

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra Výrobních strojů a konstruování

Drtič ovoce
Fruit Crusher

Student:

Daniel Juchelka

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář

Ostrava, 2014

Zadání bakalářské práce

Student: **Daniel Juchelka**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma: **Drtič ovoce**
Fruit Crusher

Zásady pro vypracování:

Vypracujte projekčně-konstrukční návrh drtiče ovoce sloužícího k drcení ovoce před jeho lisováním. Drtič navrhnete jako mobilní s ohledem na snadný přístup a čištění drtícího prostoru a zároveň s ohledem na výměnu často se opotřebovávajících částí.

Výchozí parametry:

Velikost výstupní frakce	10 až 30 mm
Průměr zpracovávaného ovoce	do 130mm
Vstupní otvor drtící komory	400x500mm
Pohon	asynchronní elektromotor
Výkon	minimálně 100 kg.h-1

Proved'te:

- stručné zhodnocení stávajícího stavu techniky v dané oblasti,
- zpracování možných variant a výběr nejlepšího řešení dle zvolených kritérií,
- technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení v návaznosti na výkresovou dokumentaci a výpočtovou část technické zprávy,
- projekční návrh kompletního řešení drtiče ovoce,
- detailní konstrukční propracování řešení násypky, drtící komory, drtícího mechanismu, rámu a pohonu drtiče včetně během zpracování určených konstrukčních uzlů,
- výkresovou dokumentaci v celkovém rozsahu cca1xA0.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1]FS_SME_05_003 verze: G *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.*,
- [2]ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura.* Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [3]NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů.* 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.
- [4]BOHÁČEK, F. *Části a mechanismy strojů I a II.* Brno: VUT Brno, 1987.
- [5]LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [6]KRÍŽ, R. *Strojnické tabulky II. Pohony.* Ostrava : Montanex, 1997, 213 s. ISBN 80-85780-51-8
- [7]POLICKÝ, J.: *Úpravářské stroje I.* VUT Brno 1987.
- [8]JASAŇ, V.: LEMESÁNYI, L: *Úpravnické stroje I.* VŠT Košice 1987.
- [9]Firemní literatura a podklady, odborné časopisy apod.

[10] Literární rešerše zpracovaná v rámci Bakalářského projektu.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014

doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 19.5.2014

Pavel Juchelka

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 19.5.2014

Daniel Juchelka

Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Daniel Juchelka

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Těškovice 48, 747 64

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval panu doc. Dr. Ing. Ladislavu Kovářovi, vedoucímu mé bakalářské práce, za ochotu, rady, věcné připomínky a profesionální vedení mé bakalářské práce.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JUCHELKA, D. Drtič ovoce: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2014, 62s. Vedoucí práce: Kovář, L.

Bakalářská práce se zabývá zkonstruováním dvou návrhů drtičů na ovoce. Práce je rozdělena na dvě základní části, kde teoretická část tvoří popisy jednotlivých druhů drtičů ovoce dostupných na trhu doprovázených obrázkovou dokumentací. Dále praktická část je zaměřena na samotnou konstrukci dvou variant drtičů. Kdy první varianta je zkonstruována na způsob drcení pomocí nožů a druhá varianta na způsob struhadlového bubnu. Jsou zde popsány jednotlivé konstrukční části doplněné obrázky a jejich výpočty. V závěru práce jsou přiloženy výkresy.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

JUCHELKA, D. Fruit Crusher: Bachelor's thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2014, 55 p. Supervisor: Kovář, L.

This bachelor's thesis deals with the constructing two designs of fruit crushers. The thesis is divided into two main parts; the theoretical one and the practical one. The theoretical part is comprised of descriptions of different types of fruit crushers available on the market including pictorial documentation. The practical part focuses on the construction of two variants of crushers. The first one is constructed using the method of crushing blades and the second one using the method of drum grater. There are described the individual components accompanied by pictures and calculations. Drawings are included at the end of the thesis.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	11
ÚVOD	14
1 DRTIČE OVOCE	15
1.1 Drtič ovoce na lis 110/380	15
1.2 Drtič ovoce JHP-3K (JHP-3M).....	16
1.3 Drtič ovoce SHARK fruit 1,6 kW	17
1.4 Drtič ovoce.....	18
1.5 Drtič ovoce elektrický celo - nerezový	18
1.6 Ruční drtič ovoce	19
1.7 Drtič ovoce DE 30 l – s elektromotorem.....	20
2 POŽADAVKY	21
2.1 Požadavkový list	21
3 VLASTNÍ NÁVRH PRVNÍ VARIANTY DRTIČE	23
3.1 Násypka.....	23
3.2 Spodní část se statorem	24
3.3 Rotor.....	24
3.4 Uložení hřídele	25
3.5 Zajištění násypky	26
3.6 Rám drtiče	27
3.7 Napínání řemenů	27
3.8 Celkový pohled drtiče	28
4 VÝPOČTY	29
4.1 Výpočet střížné síly a motoru	29
4.2 Výpočet řemenového převodu	31
4.2.1 Určení minimálního výpočtového průměru řemenice.....	31
4.2.2 Určení minimálního výpočtového průměru řemenice.....	31
4.2.3 Návrh výpočtových průměrů řemenic D1 a D2	32
4.2.4 Návrh osové vzdálenosti	33
4.2.5 Určení délky řemene	33
4.2.6 Skutečná osová vzdálenost.....	34
4.2.7 Stanovení potřebného počtu řemenu	34
4.2.8 Specifikace navrženého řemenu.....	34
4.2.9 Výpočet předpětí řemene	35
4.2.10 Šířka věnce řemenice	36

4.3 Výpočet přenosu krouticího momentu	36
4.3.1 Spojení hřídele s řemenicí	36
4.3.2 Spojení hřídele s nábojem	37
4.4 Návrh a výpočet hřídele	38
4.4.1 Výpočet reakcí	38
4.4.2 Kontrola namáhání	40
4.5 Kontrola ložisek	41
5 VLASTNÍ NÁVRH DRUHÉ VARIANTY DRTIČE	42
5.1 Násypka	42
5.2 Krouhací buben	42
5.3 Uložení hřídele	43
5.4 Stůl drtiče	44
5.5 Napínání řemene	44
5.6 Celkový pohled drtiče	45
6 VÝPOČTY	46
6.1 Výpočet sřížné síly a motoru	46
6.2 Výpočet řemenového převodu	46
6.2.1 Stanovení velikosti průřezu klínového řemene a minimálního průměru	46
6.2.2 Návrh výpočtových průměrů řemenic D1 a D2	46
6.2.3 Návrh osové vzdálenosti	47
6.2.4 Určení délky řemene	48
6.2.5 Skutečná osová vzdálenost	48
6.2.6 Stanovení potřebného počtu řemenu	48
6.2.7 Specifikace navrženého řemenu	49
6.2.8 Výpočet předpětí řemene	49
6.3 Výpočet přenosu krouticího momentu	50
6.3.1 Spojení hřídele s řemenicí	50
6.3.2 Výpočet spojení hřídele s nábojem pomocí koutových svarů	51
6.4 Návrh a výpočet hřídele	51
6.4.1 Výpočet reakcí	52
6.4.2 Kontrola namáhání:	54
6.5 Kontrola ložisek	54
6.5.1 Kontrola ložiska B	54
6.5.2 Kontrola ložiska A	55
6.6 Návrh lícovaných šroubů	55

ZÁVĚR	57
Seznam literatury	58
Seznam příloh	59

Seznam použitých značek a symbolů

<u>Značka</u>	<u>Popis</u>	<u>Jednotka</u>
A	osová vzdálenost	[mm]
A_{MAX}	teoretická maximální osová vzdálenost	[mm]
A_{MIN}	teoretická minimální osová vzdálenost	[mm]
A_{sk}	skutečná osová vzdálenost	[mm]
a	vzdálenost	[mm]
a_1	nosný průřez koutového svaru	[mm]
b	vzdálenost	[mm]
C	dynamická únosnost ložiska	[kN]
C_0	statická únosnost ložiska	[kN]
C_L	součinitel vlivu délky řemene	[-]
C_P	součinitel dynamičnosti zatížení a pracovního režimu	[-]
C_k	součinitel přihlížející k počtu řemenů	[-]
C_α	součinitel vlivu úhlu opásání	[-]
D	průměr	[mm]
\overline{D}	aritmetický průměr	[-]
D_i	jednotlivá naměřená hodnota	[-]
D_{MIN}	minimální průměr malé řemenice	[mm]
D_1	výpočtový průměr hnací řemenice	[mm]
D_2	výpočtový průměr hnané řemenice	[mm]
D_{1MAX}	největší průměr malé řemenice	[mm]
D_n	návrhový průměr rotoru	[mm]
d	průměr hřídele	[mm]
d_{MIN}	minimální průměr	[mm]
e	vzdálenost mezi osami drážek	[mm]
F	Obvodová síla	[N]
F_0	potřebné předpětí řemene	[N]
F_2	síla	[N]
F_c	celková síla	[N]
F_{st}	střižná síla	[N]
f	součinitel vláknového tření	[-]
f_0	součinitel suchého tření	[-]
f_k	součinitel v klínové drážce	[-]

g	gravitační zrychlení	$[m \cdot s^{-2}]$
i	převodový poměr	$[-]$
i_{sk}	skutečný převodový poměr	$[-]$
K	počet řemenu	$[-]$
k	bezpečnost prokluzu	$[-]$
k_s	statická bezpečnost	$[-]$
k_4	převodní součinitel	$[-]$
L_p	skutečná geometrická délka řemene	$[mm]$
L'_p	předběžná geometrická délka řemene	$[mm]$
L_{10h}	základní trvanlivost ložiska	$[hod]$
l	potřebná délka péra	$[mm]$
l'	přímá část boku péra	$[mm]$
l_1	vzdálenost	$[mm]$
M	šířka věnce řemenice	$[mm]$
M_k	krouticí moment	$[N \cdot m]$
M_{km}	krouticí moment motoru	$[N \cdot m]$
M_{kr}	krouticí moment rotoru	$[N \cdot m]$
M_{o1}	ohybový moment	$[N \cdot m]$
M_{o2}	ohybový moment	$[N \cdot m]$
M_{red1}	redukovaný moment	$[N \cdot m]$
M_{red2}	redukovaný moment	$[N \cdot m]$
m	hmotnost	$[kg]$
N_p	skutečný výkon přenášený 1 řemenem	$[kW]$
N_0	ideální jmenovitý výkon na jeden řemen	$[kW]$
n_M	jmenovité otáčky	$[ot \cdot min^{-1}]$
n_n	počet měření	$[-]$
n_1	otáčky motoru	$[ot \cdot min^{-1}]$
P_m	Výkon	$[W]$
P_M	jmenovitý výkon	$[W]$
P_1	Výkon motoru	$[W]$
p	exponent Wohlerovy křivky	$[-]$
p_{D2}	dovolený tlak	$[MPa]$
p_2	tlak	$[MPa]$
R_A	reakce v ložisku A	$[N]$
R_{AX}	reakce v ložisku v axiálním směru	$[N]$

R_B	reakce v ložisku B	[N]
R_e	mez kluzu v tahu materiálu	[MPa]
r	vzdálenost	[mm]
s	pružný skluz	[-]
t	hloubka drážky v hřídeli	[mm]
t_1	hloubka drážky v náboji	[mm]
v_1	obvodová rychlost	[m·s ⁻¹]
v_{1MAX}	maximální rychlost	[m·s ⁻¹]
W_k	modul odporu průřezu v krutu	[mm ³]
W_{ks1}	průřezový modul nosného průřezu svaru	[mm ³]
W_0	modul odporu průřezu v ohybu	[mm ³]
z	počet nožů v záběru	[-]
α	úhel opásání hnací řemenice	[°]
$\bar{\alpha}$	úhel opásání hnací řemenice v obloukové míře	[°]
β	součinitel	[-]
γ	doplňkový úhel	[°]
Δi	tolerance převodového poměru	[%]
π	konstanta	[-]
σ_{DOV_0}	dovolené napětí v ohybu	[MPa]
σ_{o1}	napětí v ohybu	[MPa]
σ_{o2}	napětí v ohybu	[MPa]
σ_{pt}	mez kluzu v tahu	[MPa]
τ_D	smykové napětí dovolené	[MPa]
$\tau_{//1}^{Mk}$	napětí ve svaru	[MPa]
τ	smykové napětí	[MPa]
ω_M	jmenovitá úhlová rychlost	[s ⁻¹]
ω	úhlová rychlost	[s ⁻¹]

ÚVOD

Konstrukce, jakožto jedno z nejdůležitějších odvětví fungujícího průmyslu, hraje nemalou roli v tomto strojírenském oboru. S neustálou inovací a modernizací výrobních technologií dochází v dnešní době k narůstající poptávce po strojích, strojních zařízeních či jiných součástech pro průmyslové nebo domácí využití.

Tato bakalářská práce se zabývá drtiči ovoce. Tyto drtiče jsou zkonstruovány pro malopěstitele ovoce nebo pro domácnosti. Drtiče tohoto druhu najdou především využití pro drcení ovoce typu jablka a hrušky k získání ovocné drtě sloužící následně k lisování moštů nebo jako příprava pro ovocný kvas.

Práce je zaměřená na zkonstruování dvou druhů drtičů ovoce fungujících na odlišných mechanismech drcení. První varianta představuje drcení založené na způsobu drcení pomocí nožů, kdy vzniklá drť je složená z malých kousků a druhá varianta je koncipována systémem krouhacího bubnu odkud je drť srovnatelná s drtí vzniklou při použití ručního krouhadla. Práce je především zaměřená na praktické výpočty a na popis jednotlivých dílů dvou variant drtičů.

1 DRTIČE OVOCE

Tato kapitola se zabývá přehledem drtičů ovoce, které jsou běžně k dostání na trhu. Součástí tohoto přehledu je stručný popis drtiče s technickými údaji. Pro lepší přehled jsou zde vloženy obrázky jednotlivých zařízení.

1.1 Drtič ovoce na lis 110/380

Tento typ drtiče je vhodný používat před lisováním ovoce např. jablek a hrušek. Drtič může být přímo připevněn k lisu tak, že rovnou do lisovacího koše padají malé kousky drceného ovoce, nebo drtič je konstruován na jednoduchém trubkovém podstavci, na kterém se nacházejí kolečka, pro snadnou přepravní manipulaci. [1]

Technické údaje:

- Váha: 25 kg
- Motor: 1,1 kW
- Otáčky: 1400 / min
- Výkon: 25 l / min
- Napětí: 400 V, 50 Hz
- Nálevka: 400 x 500 mm [1]



Obr. 1 Drtič ovoce na lis 110/380[1]



Obr. 2 Detail drtičího zařízení [1]

1.2 Drtič ovoce JHP-3K (JHP-3M)

Drtič typu JHP-3K je vhodný pro drcení jádrového ovoce, jenž vytváří drť, která se dále používá pro přípravu kvasu. Drtič typu JHP-3M je uzpůsoben pro jemnější zpracování drti, sloužící pro lisování a následnou výrobu moštu. Spolehlivost drtiče vytváří masivní konstrukce s odnímatelnou násypkou, který je vyroben z celonerezového materiálu. Dále je vybaven ovládací skříňkou a vodícím kabelem. Ovoce je možné plnit ručně, ale pro plynulost se preferuje dávkování pomocí dopravníku. [2]

Technické údaje:

- Hmotnost: 40 kg
- Zdroj napájení: Motor 3,0 kW/380 V
- Pracovní výkon: až 3000 kg/hod.
- Průměr násypky: 500 mm [2]



Obr. 3 Drtič ovoce JHP-3K (JHP-3M)[2]

1.3 Drtič ovoce SHARK fruit 1,6 kW

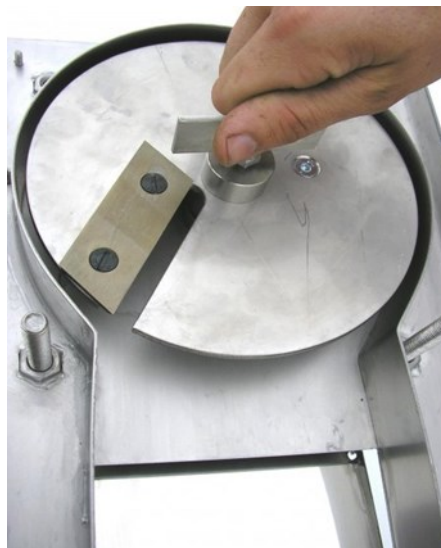
Funkční části tohoto typu jsou vyrobeny z potravinářské nerezové oceli. Tato ocel poskytuje dlouhou životnost, vysokou odolnost, hygienický provoz a dokonalý vzhled. Drtič SHARK je vhodný k „nadcení“ ovoce, zejména jablek a hrušek, ale můžeme zde zpracovávat i jiné plody určené k lisování. Zařízení je schopné zpracovávat ovoce do průměru 100 mm. Ovoce se vkládá do drtiče jeho násypkou, nejlépe z kbelíku nebo přepravky. Plody jsou rovnoměrně propouštěné na nerezový kotouč, který je tvořen řezným nožem a nerezovou „vrtulkou“. Drť je dopravována do 20 litrové nádoby, která je součástí zařízení. Pomocí držadla je nádoba jištěna proti případnému pohybu. Otevřením víka můžeme nahlédnout do nádoby i během drcení. Tahem vpřed lze nádobu vyjmout a pomocí bezpečnostní záklopky se prostor pod drtičem uzavře. Záklopka slouží proti poranění uživatele. [3]

Technické údaje:

- Hmotnost stroje: 26 kg
- Otáčky motoru: 2800 ot. / min
- Průměr zpracovaného ovoce: 10 cm
- Rozměr stroje: 68 x 73 x 54 cm [3]



Obr. 4 Drtič ovoce SHARK fruit 1,6 kW[3]



Obr. 5 Detail nože [3]

1.4 Drtič ovoce

Tato konstrukce je vyrobena z celo-nerezového materiálu. Skládá se z velké násypky, elektromotoru s funkční částí a stabilního rámu. K zjednodušení konstrukce a narůstání spolehlivosti celého zařízení jsou nože připevňovány ke hřídeli elektromotoru. Před poraněním a vystřikováním šťávy je v násypce umístěna pryžová membrána. Po každém použití drtiče se doporučuje zařízení vyčistit. Proto jsou části stroje lehce rozebíratelné. [4]

Technické údaje:

- Elektromotor: 400 V / 2,2 kW
- Výtižitelnost: 900 kg / hod
- Hmotnost: 28 kg
- Výška násypky: 133 cm [4]



Obr. 6 Drtič ovoce[4]



Obr. 7 Detail drtiče[4]

1.5 Drtič ovoce elektrický celo - nerezový

Celo-nerezové elektrické drtiče ovoce na výrobu domácí pálenky z jablek a hrušek - calvadosu, případně k výrobě moštu. Je to malý, ale výkonný stroj, který rychle nakrouhá ovoce. Je skladný a lehce přenosný. Můžete drtit ovoce přímo do sudu nebo jiných nádob, a proto můžete doplňovat nádoby průběžně. Krouhací kotouč je nerezový. [5]

Technické údaje:

- Výtižitelnost: 10 kg za minutu
- Hmotnost: 7 kg [5]



Obr. 8 Drtič ovoce elektrický celo –
nerezový[5]



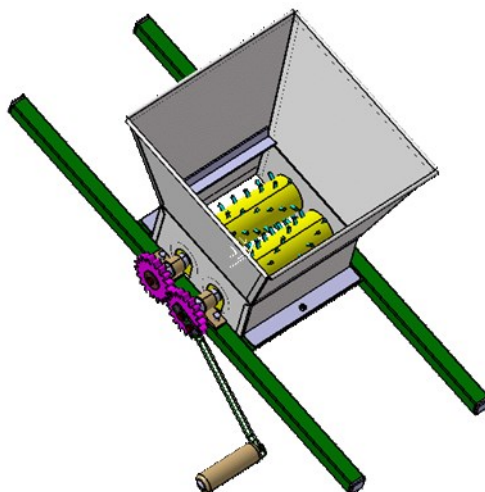
Obr. 9 Drtící ústrojí [5]

1.6 Ruční drtič ovoce

Tento typ drtiče se používá k drcení tvrdého ovoce, jako jsou například jablka, hrušky. Následná drť je vhodná k výrobě moštů a vín. Svou konstrukcí a provedením zaručuje správnou technologii pro maximální výlisnost rozdrceného ovoce. Drtící mechanismus je tvořen dvěma otáčejícími se válci. Válce jsou vyrobeny z plastické hmoty a jejich povrch opatřen trny z nerezového materiálu. Tyto válce jsou umístěny na nosném rámu spolu s násypkou.[6]

Technické údaje:

- Násypné hrdlo: 310 x 310 mm
- Celková výška: 320 mm
- Celková délka: 760 mm
- Délka drtících válců: 200 mm
- Hmotnost: cca 15 kg [6]



Obr. 10 Ruční drtič ovoce[6]

1.7 Drtič ovoce DE 30 l – s elektromotorem

Tento typ drtiče slouží k dělení tvrdého ovoce, například jablka a hrušky, případně syrových brambor. Násypka tvořena z plechu a dva silonové válce jsou umístěny na ocelovém rámu. Válce jsou roztáčeny řemenovým převodem přes ozubená kola. Tento mechanismus je poháněn elektromotorem. Nerezové hřeby, upevněné na válcích, zachycují a současně drtí ovoce z násypky. [7]

Technické údaje:

- délka válců: 190 mm
- pracovní výkon: 300–500 kg/hod
- výkon el. Motoru: 250W
- otáčky: 1420 ot/mit [7]



Obr. 11 Drtič ovoce DE 30 l – s elektromotorem

2 POŽADAVKY

Před samotnou realizaci návrhu mých drtičů jsem stanovil požadavkový list, ve kterém jsou znázorněny podmínky a přání.

2.1 Požadavkový list

<u>Specifikace požadavku</u>	podmínka	přání
Funkce, účinky a funkční parametry		
<u>Drticí proces:</u>		
- <u>Poloha drticího ústrojí:</u> vodorovná	X	
- <u>Přístupnost:</u> dobrá přístupnost k drticímu ústrojí	X	
- <u>Vstupní materiál:</u> tvrdé ovoce (jablka, hrušky) do 130 mm	X	
- <u>Výstupní materiál:</u> kousky ovoce (10-30 mm)		
<u>Materiál drtiče:</u>		
- <u>Materiál:</u> ocel, potravinářská ocel	X	
- <u>Tvar:</u> rozdílný		
<u>Drtič:</u>		
- <u>Rozměry násypky:</u> 400 x 500 mm	X	
- <u>Objem násypky:</u> minimálně 10 l	X	
- <u>Výkon:</u> minimálně 100 kg/h	X	
- <u>Pohon:</u> asynchronní elektromotor (řemenový převod)	X	
<u>Provoz:</u>		
- <u>prostředí:</u> nečisté		
- <u>četnost použití:</u> nízká (sezonní práce)		
- <u>požadovaná životnost:</u> minimálně 5 let	X	
- <u>Údržba:</u> co nejmenší		X
-jednoduché čištění	X	
-vyměnitelnost opotřebovaných součástí	X	
-nabroušení drticích nožů	X	
<u>Ergonomie:</u>		
- <u>stabilita:</u> (bezpečnost proti převržení)	X	
-dobrá manipulace	X	
-bezpečnost proti poranění	X	

<u>Vzhled:</u> -Uspokojivý tvar <u>Povrch:</u> -vhodný k čištění -necitlivý k poškození	X	X
<u>Distribuce a manipulace:</u> -Minimální skladovací prostor - <u>Přemísťování:</u> ručně nebo na kolečkách		X
<u>Předpisy a normy:</u> -bez porušení patentových práv -nejsou zvláštní předpisy	X	
<u>Výroba:</u> -malosériová výroba		
<u>Ekonomie:</u> -minimální náklady na provoz	X	

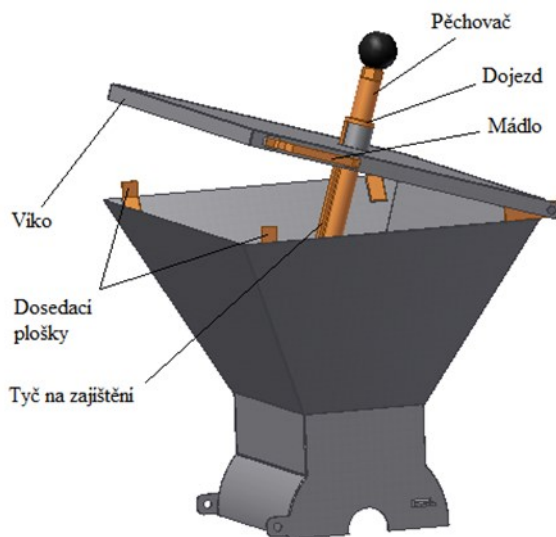
[8]

3 VLASTNÍ NÁVRH PRVNÍ VARIANTY DRTIČE

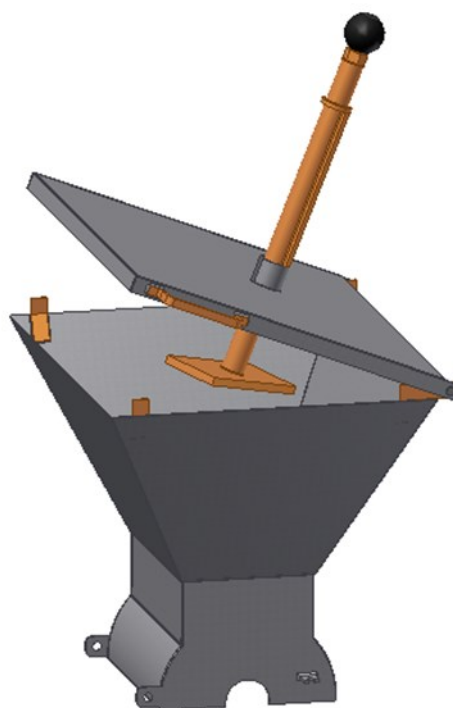
Tato část bakalářské práce obsahuje popis a pohled na samostatné konstrukční části. Varianta je charakteristická svým nožovým provedením drticího mechanismu.

3.1 Násypka

Konstrukce násypky tvoří plechy z potravinářské nerezové oceli o tloušťce 1,5 mm a dva plechy o tloušťce 2 mm, které jsou navzájem svařené koutovými svary. Uvnitř násypky se nachází svařená vložka, jejímž úkolem je usměrnit dopadávání jablek do poloviny drticího mechanismu a zabránit vylétávání ovoce. Tato konstrukce je rovněž opatřena pýchovacím zařízením, jakožto součást horního krycího víka, jehož hlavní funkci je především tlačení ovoce k drticímu mechanismu. Aby při tlačení ovoce nedocházelo ke kontaktu pýchovadla s noži, musel být praktikován dojezd. Při otevírání víka, se musí vytáhnout pýchovadlo do horní polohy a zajistit otočením, aby se stěna násypky neodírala.



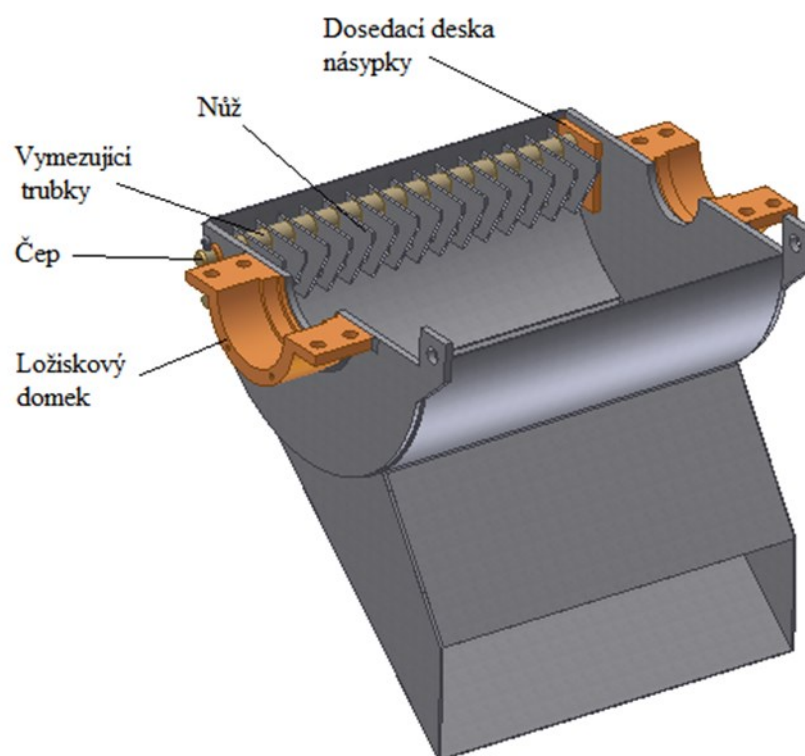
Obr. 12 Násypka s pýchovačem v horní poloze



Obr. 13 Násypka s pýchovačem v dolní poloze

3.2 Spodní část se statorem

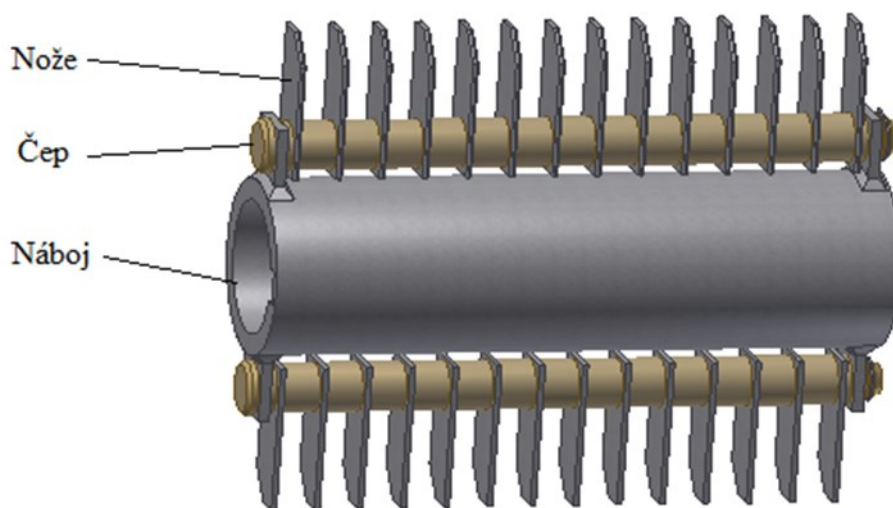
Spodní část je opět tvořena nerezovými plechy o tloušťce 1,5 mm a dvěma bočními plechy, s otvory pro vložení čepů, o tloušťce 3 mm, ke kterým je přivařena část ložiskového domečku a skládá se z 15 stacionárních nožů. Tyto nože jsou nasunuty na dva čepy, aby nedocházelo k natáčení, přičemž jeden čep je opatřen vymežujícími trubicemi, které zabráňují osovému pohybu nožů. Čepy jsou zajištěny závlačkami a také nesou dvě dosedací desky násypky. Celý stator je rozebíratelný z důvodu výměny opotřebovaných částí.



Obr. 14 Spodní část se statorem

3.3 Rotor

Rotor drtiče je navržený tak, aby byla možná co nejjednodušší výměna nožů. Skládá se z trubky a dvou řad nožů. V každé řadě je na čepu nasazeno 14 nožů vymezené distančními válečky proti posunutí ve směru osy. Tento celek je uložen v otvorech ploché tyče, které jsou navařeny na náboji. Čepy jsou zajištěné pojistnými kroužky.

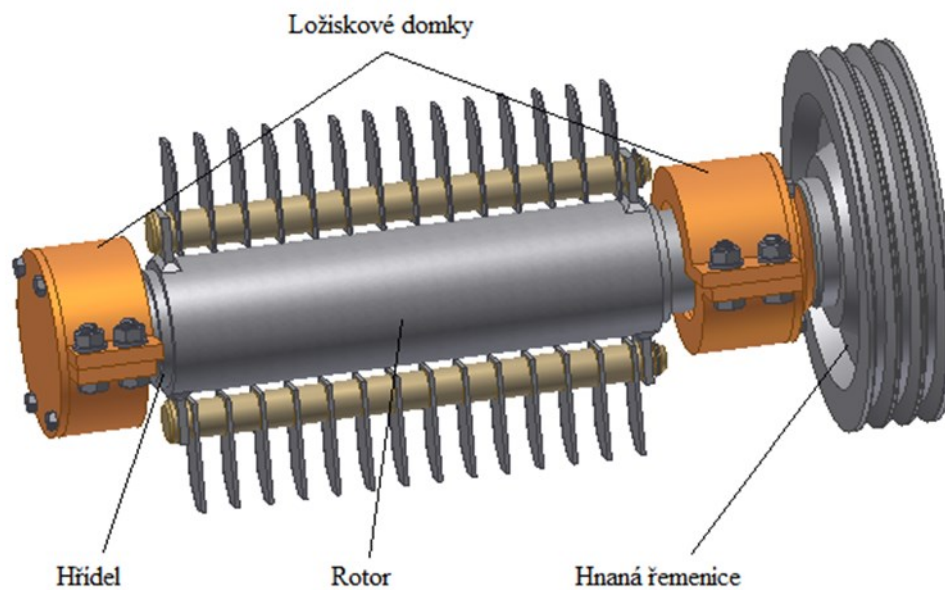


Obr. 15 Rotor

3.4 Uložení hřídele

Hřídel je uložena v kuličkových jednořadých ložiscích 6008, které jsou umístěné v ložiskových domcích. Ložisko je nasunuto na průměr hřídele 40 mm. Proti axiálnímu posouvání je zajištěno pojistným kroužkem (segerem). Tato část také obsahuje hřídelový těsnicí kroužek (guffero) umístěny blíže k rotoru, aby nevnikala případná šťáva do ložiskového tělesa. Nakonec je celek zakrytován plným víčkem.

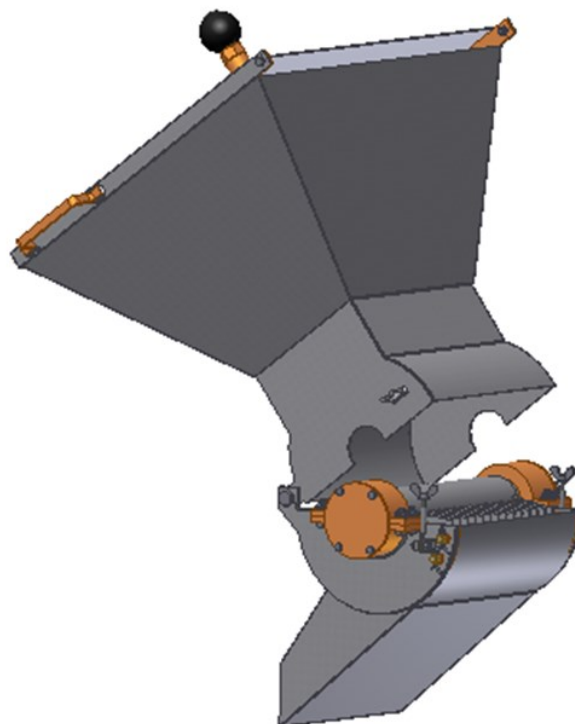
Rotor situovaný na nejdelší části hřídele je nasezeny na průměru 48 mm. Krouticí moment přenáší těsné péro, které je také použito pro přenos krouticího momentu u řemenice. Rotor je zajištěn proti posunu distančním válečkem. Následně o váleček bude opřeno ložisko opět 6008 a vše bude dotaženo hřídelovou maticí (KMB spojem). Ložiskový domek u řemenice je rovněž opatřen hřídelovým těsnicím kroužkem, který byl také použit ve víčku, aby nedocházelo k znečišťování z okolního prostředí. Posledním komponentem na hřídeli je řemenice zajištěna podložkami se šroubem.



Obr. 16 Uložení hřídele

3.5 Zajištění násypky

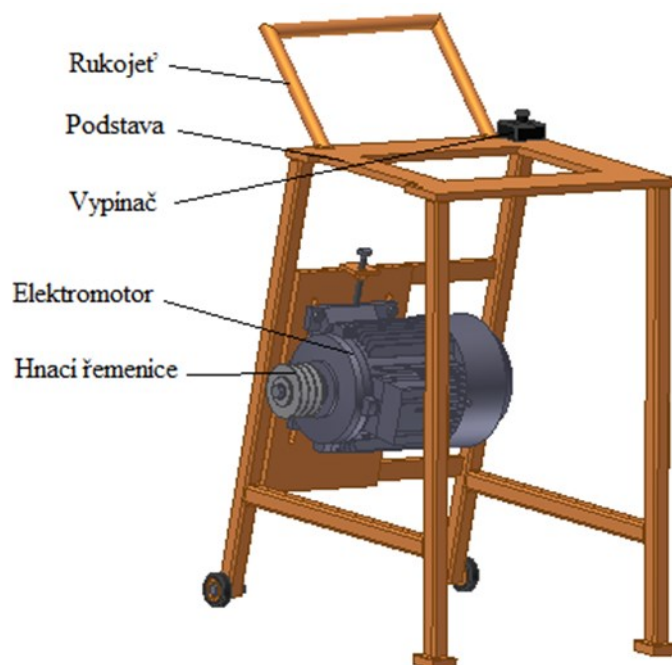
Při procesu drcení je násypka uzavřena a zajištěná proti případnému odklopení jisticím šroubem s křídlatými maticemi, které se nacházejí na bocích celku. Při čištění drtícího mechanismu se matice povolí, odklopí šrouby a poté lze násypkou spolehlivě manipulovat.



Obr. 17 Zajištění násypky

3.6 Rám drtiče

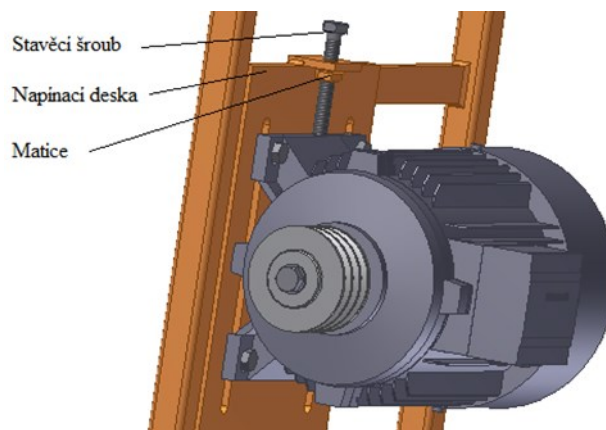
Rám drtiče tvoří čtvercové trubky, které jsou svařené k podstavě. Podstava dále obsahuje rukojeť, vypínač a díry na šrouby pro uchycení krytu řemenového převodu. Dále je k rámu svařena napínací deska nesoucí elektromotor, který je připevněn šrouby.



Obr. 18 Rám

3.7 Napínání řemenů

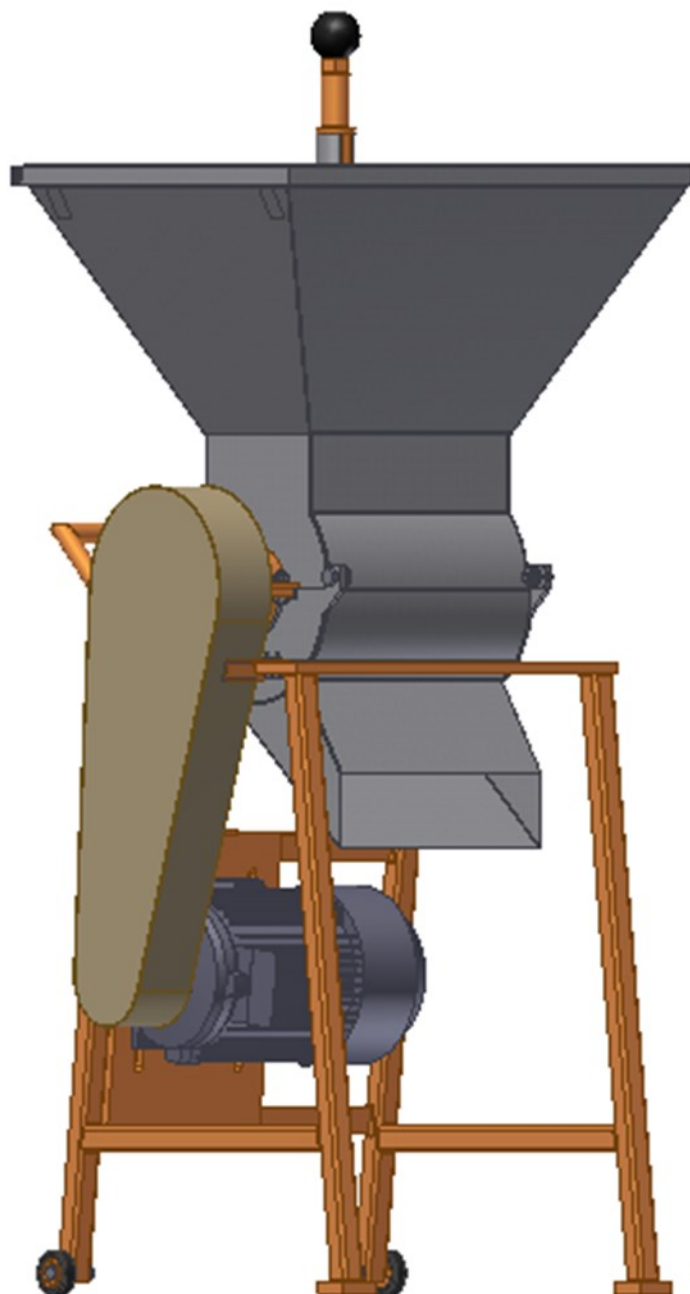
K napínání řemenů dochází šroubováním stavěcího šroubu, který je vedený v matici. Také se řemen dopíná vlastní tíhou motoru.



Obr. 19 Napínání řemenů

3.8 Celkový pohled drtiče

Jednotlivé části zařízení, jejichž popis je zpracován na předchozích stránkách, tvoří tento celek. Spodní část nesoucí stacionární nože je přivařená k rámu drtiče. Následně je k celku přimontovaná násypka a také kryt řemenového převodu.



Obr. 20 Drtič

4 VÝPOČTY

4.1 Výpočet střižné síly a motoru

Hmotnost (m) jsem určil pokusem tak, že jsem jablko položil na váhu a začal krájet, jakmile nůž začal překrájet jablko, odečetl jsem hodnotu z váhy a vynásobil gravitačním zrychlením.

Tabulka naměřených hodnot:

č. měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m (kg)	4,5	5	5	5,5	6	4	5	4,5	5	6

Aritmetický průměr naměřených hodnot:

$$\overline{D} = \frac{1}{n_n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (1)$$

$$\overline{D} = \frac{1}{10} \cdot (4,5 + 5 + 5 + 5,5 + 6 + 4 + 5 + 4,5 + 5 + 6) = 5,05$$

Průměr naměřených hodnot vyšel 5,05 kg, ale volím 6 kg, abych při výpočtu střižné síly zohlednil také opotřebení nožů a různou tvrdost ovoce.

Střižná síla pro 1 nůž:

$$F_{st} = m \cdot g = 6 \cdot 9,81 = 58,9 \text{ N} \quad (2)$$

m - hmotnost

g - gravitační zrychlení

Celková síla:

$$F_c = F_{st} \cdot z = 58,9 \cdot 10 = 589 \text{ N} \quad (3)$$

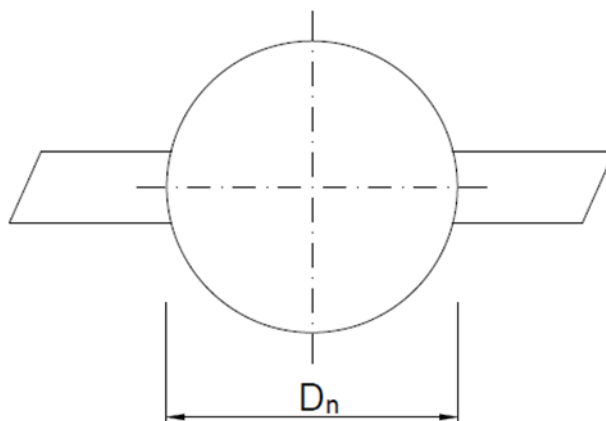
z - počet nožů v záběru

Krouticí moment rotoru:

$$M_{kr} = F_c \cdot \frac{D_n}{2} = 589 \cdot \frac{0,08}{2} = 23,56 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (4)$$

D_n - návrhový průměr rotoru

Pro výpočet motoru jsem zvolil průměr rotoru 8 cm, abych mohl dopočítat krouticí momenty a následně výkon, podle kterého vyberu určitý elektromotor.



Obr. 21 Návrhový průměr

Krouticí moment motoru:

$$i = \frac{M_{kr}}{M_{km}} \quad [-] \quad (5)$$

Vyjádření:

$$M_{km} = \frac{M_{kb}}{i} = \frac{23,56}{2,5} = 9,42 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (6)$$

i - převodový poměr

Výkon:

$$P_m = M_{km} \cdot \omega = M_{km} \cdot 2\pi \cdot \frac{n_1}{60} = 9,42 \cdot 2\pi \cdot \frac{1420}{60} = 1400,77 \text{ W} \quad (7)$$

ω - úhlová rychlost

n_1 - otáčky motoru

Na základě výpočtu výkonu volím motor **SIEMENS 1LA7089-4AA, 1,5 kW, 1420 ot/min.**

4.2 Výpočet řemenového převodu

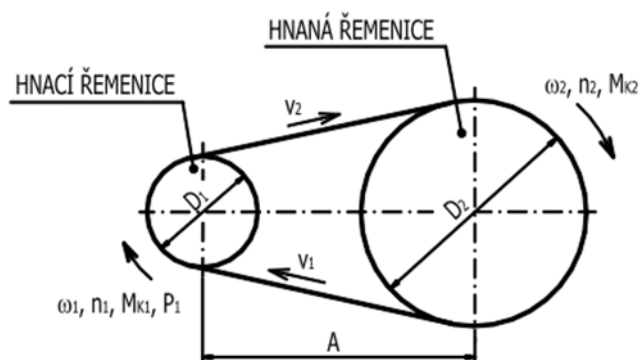
Hodnoty:

Výkon.... $P_1 = 1500 \text{ W}$

Otáčky... $n_1 = 1420 \text{ ot/min}$

Převodový poměr ... $i = 2,5$

Tolerance převodového poměru... $\Delta i = 3 \%$



Obr. 22 Schéma řemenového převodu[9]

4.2.1 Určení minimálního výpočtového průměru řemenice

Podle ČSN 02 3111 má řemen 6 normalizovaných velikostí průřezu označovaných Z, A, B, C, D, E, přičemž průřez řemenů Z se používá do 2 kW přenášeného výkonu.

Jelikož můj výkon $P_1 = 1500 \text{ W}$ volím průřez řemenu Z.

4.2.2 Určení minimálního výpočtového průměru řemenice

Tab. 1 Minimální výpočtové průměry[9]

Průřez řemene	D_{MIN} [mm]
Z	63
A	90
B	125
C	200
D	355
E	500

Na základě průřezu Z dle tab. 3 jsem zvolil minimální výpočtový průměr $D_{\text{min}} = 63 \text{ mm}$.

Tyto minimální průměry jsou určeny v ČSN 02 3179.

4.2.3 Návrh výpočtových průměrů řemenic D1 a D2

Volím provedení klínového řemenu REKORD. Pro tento typ je maximální rychlost $v_{1MAX} = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$D_{1MAX} = \frac{60000 \cdot v_{1MAX}}{\pi \cdot n_1} = \frac{60000 \cdot 30}{\pi \cdot 1420} = 403,5 \text{ mm} \quad (8)$$

$$D_2 = D_1 \cdot i = 71 \cdot 2,5 = 177,5 \text{ mm} \quad (9)$$

Normalizovanou velikost průměru malé řemenice D_1 volíme v rozmezí:

$$D_{MIN} \leq D_1 \leq D_{1MAX} \quad (10)$$

$$63 \leq 71 \leq 403,5$$

Podle ČSN 02 3180 volím normalizovanou velikost výpočtového průměru řemenice 71 mm.

Teoretický převodový poměr:

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{177,5}{71} = 2,5 \quad (11)$$

Skutečný převodový poměr:

$$i_{SK} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1-s)} = \frac{177,5}{71 \cdot (1-0,01)} = 2,53 \quad (12)$$

s - pružný skluz pro typ REKORD volíme $s = 0,01$

Podmínka zadané tolerance skutečného převodového poměru:

$$i \cdot \left(1 - \frac{\Delta i}{100}\right) \leq i_{SK} \leq i \cdot \left(1 + \frac{\Delta i}{100}\right) \quad (13)$$

i_{sk} - převodový poměr skutečný

Δi - tolerance převodového poměru

$$2,5 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) \leq 2,53 \leq 2,5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)$$

$$2,43 \leq 2,53 \leq 2,58 \Rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Obvodová rychlost v_1 :

$$v_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot 0,071 \cdot 1420}{60} = 5,28 \text{ m.s}^{-1} \quad (14)$$

4.2.4 Návrh osové vzdálenosti

$$A_{MIN} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (D_2 - D_1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (177,5 - 71) = 75,31 \text{ mm} \quad (15)$$

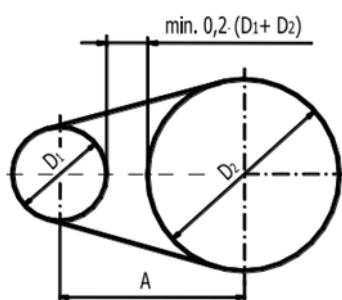
$$A_{MAX} = 2 \cdot (D_1 + D_2) = 2 \cdot (71 + 177,5) = 497 \text{ mm} \quad (16)$$

$$A_{MIN} \leq A \leq A_{MAX} \Rightarrow 75,31 \leq 350 \leq 497 \quad (17)$$

Volím $A = 350 \text{ mm}$

Osová vzdálenost A musí zajistit minimální rozestup mezi řemenicemi.

$$0,2 \cdot (D_1 + D_2) = 0,2 \cdot (71 + 177,5) = 49,7 \text{ mm} \quad (18)$$



Obr. 23 Minimální rozestup mezi řemenicemi[9]

4.2.5 Určení délky řemene

Úhel opásání hnací řemenice:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A} \Rightarrow \alpha = 2 \cdot \arccos \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A} = 2 \cdot \arccos \frac{177,5 - 71}{2 \cdot 350} = 162,5^\circ \quad (19)$$

Doplňkový úhel:

$$\gamma = 90 - \frac{\alpha}{2} = 90 - \frac{162,5}{2} = 8,75^\circ \quad (20)$$

Předběžná geometrická délka řemene:

$$L'_p = 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (D_2 - D_1) \quad [\text{mm}] \quad (21)$$

$$L'_p = 2 \cdot 350 \cdot \sin \frac{162,5}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (71 + 177,5) + \frac{\pi \cdot 8,75}{180} \cdot (177,5 - 71) = 1098,5 \text{ mm}$$

Dle ČSN 02 3110 upravíme L_p na normalizovanou hodnotu $L_p \Rightarrow$ volím $L_p = 1120 \text{ mm}$

4.2.6 Skutečná osová vzdálenost

$$A_{sk} = \frac{1,04 \cdot L_p - \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) - \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (D_2 - D_1)}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \quad [\text{mm}] \quad (22)$$

$$A_{sk} = \frac{1,04 \cdot 1120 - \frac{\pi}{2} \cdot (71 + 177,5) - \frac{\pi \cdot 8,75}{180} \cdot (177,5 - 71)}{2 \cdot \sin \frac{162,5}{2}} = 383,56 \text{ mm}$$

Hodnota 1,04 představuje 4 % zvětšení výpočtové délky řemene v důsledku napnutí řemene.

4.2.7 Stanovení potřebného počtu řemenu

Skutečný výkon přenášený 1 řemenem:

$$N_p = N_0 \cdot \frac{C_\alpha \cdot C_L}{C_p} = 0,61 \cdot \frac{0,95 \cdot 1,08}{1,2} = 0,52 \text{ kW} \quad (23)$$

N_0 - ideální jmenovitý výkon na jeden řemen $N_0 = 0,61 \text{ kW}$

C_α - součinitel vlivu úhlu opásání $C_\alpha = 0,95$

C_L - součinitel vlivu délky řemene $C_L = 1,08$

C_p - součinitel dynamičnosti zatížení a pracovního režimu $C_p = 1,2$

Počet řemenu:

$$K = \frac{P_1}{N_p \cdot C_k} = \frac{1,5}{0,52 \cdot 0,95} = 3,04 \quad (24)$$

Počet řemenu volím 3

C_k - součinitel přihlížející k počtu řemenů $C_k = 0,95$

4.2.8 Specifikace navrženého řemenu

ŘEMEN Z – 1120 ČSN 02 3110

4.2.9 Výpočet předpětí řemene

Výpočet M_k :

$$M_k = \frac{P_1 \cdot 30}{\pi \cdot n_1} = \frac{1500 \cdot 30}{\pi \cdot 1420} = 10,09 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (25)$$

Obvodová síla:

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{D_1} = \frac{2 \cdot 10,09}{0,071} = 284,2 \text{ N} \quad (26)$$

Součinitel vláknového tření:

$$f = f_0 + 0,012 \cdot v_1 = 0,35 + 0,012 \cdot 5,28 = 0,41 \quad (27)$$

f_0 - součinitel suchého tření $f_0 = 0,35$

Součinitel tření v klínové drážce pro D_1 :

$$f_k = \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,41}{\sin \frac{34}{2}} = 1,4 \quad (28)$$

α - Úhel drážky řemenice \Rightarrow volím $\alpha = 34^\circ$

Součinitel tření v klínové drážce pro D_2 :

$$f_k = \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,41}{\sin \frac{38}{2}} = 1,26 \quad (29)$$

α - Úhel drážky řemenice \Rightarrow volím $\alpha = 38^\circ$

Potřebné předpětí řemene:

$$F_0 = k \cdot \frac{F}{2} \cdot \frac{e^{f_k \cdot \bar{\alpha}} + 1}{e^{f_k \cdot \bar{\alpha}} - 1} = 1,5 \cdot \frac{284,2}{2} \cdot \frac{e^{1,4 \cdot 2,84} + 1}{e^{1,4 \cdot 2,84} - 1} = 221,31 \text{ N} \quad (30)$$

k - bezpečnost prokluzu – obvykle volíme $k = (1,3 \div 1,6) \Rightarrow$ volím $k = 1,5$

$\bar{\alpha}$ - úhel opásání malé řemenice v obloukové míře

Úhel v radiánech:

$$\bar{\alpha} = \pi \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi \cdot \frac{162,5}{180} = 2,84 \text{ rad} \quad (31)$$

Meze: (pro nasazení řemene a pro napínání řemene)

$$A_{MIN} = A_{SK} - 0,015 \cdot L_p = 383,56 - 0,015 \cdot 1120 = 366,76 \text{ mm} \quad (32)$$

$$A_{MAX} = A_{SK} + 0,030 \cdot L_p = 383,56 + 0,030 \cdot 1120 = 417,16 \text{ mm} \quad (33)$$

4.2.10 Šířka věnce řemenice

$$M = (K - 1) \cdot e_1 + 2 \cdot f_1 = (3 - 1) \cdot 12 + 2 \cdot 8 = 40 \text{ mm} \quad (34)$$

K - počet řemenu

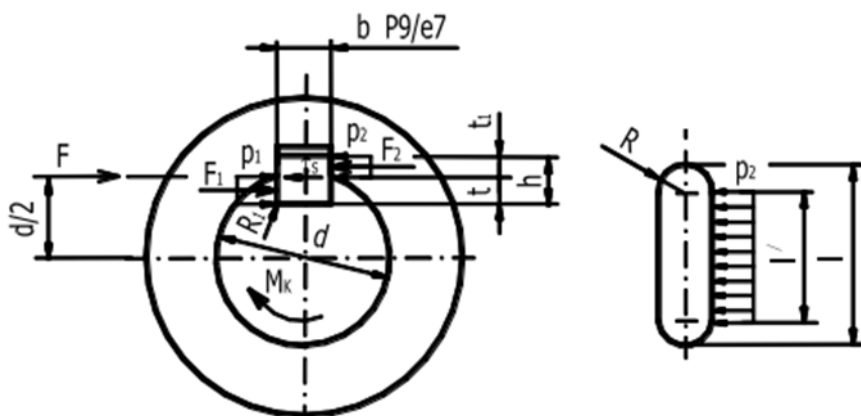
e_1 - vzdálenost mezi osami drážek

f - vzdálenost mezi osou krajní drážky a nejbližší čelní stranou řemenice

Věnc řemenice 71 - Z - 3 ČSN – 02 3180

4.3 Výpočet přenosu krouticího momentu

Na hřídeli je potřeba přenést krouticí moment na řemenici a náboj. Zvolil jsem přenos přes těsné péro, které se kontroluje na otláčení.



Obr. 24 Namáhání těsného péra[10]

4.3.1 Spojení hřídele s řemenicí

Parametry těsného péra: (průměr hřídele $d = 28 \text{ mm}$)

$b = 8 \text{ mm}$ $h = 7 \text{ mm}$ $t = 4,1 \text{ mm}$ $t_1 = 2,9 \text{ mm}$

Potřebná délka péra:

$$l = l' + b = 4,5 + 8 = 12,5 \text{ mm} \quad (35)$$

Délku péra volím 40 mm

Přímá část boku péra (otlačovaná část):

$$l' = \frac{F_2}{p_{D2} \cdot t_1} = \frac{1632,36}{125 \cdot 2,9} = 4,5 \text{ mm} \quad (36)$$

Síla:

$$F_2 = \frac{M_k}{\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}} = \frac{25220}{\frac{28}{2} + \frac{2,9}{2}} = 1632,63 \text{ N} \quad (37)$$

Kontrola:

$$p_2 = \frac{F_2}{l' \cdot t_1} \leq p_{D2} \quad (38)$$

$$p_2 = \frac{1632,36}{(40 - 2 \cdot 4) \cdot 2,9} = 17,59 \text{ MPa} \Rightarrow 17,59 \leq 100 \Rightarrow \text{Splněno}$$

Pro ocelovou řemenici $p_{D2} = (100 \div 150) \text{ MPa}$

4.3.2 Spojení hřídele s nábojem

Parametry těsného péra: (průměr hřídele $d = 48 \text{ mm}$)

$$b = 14 \text{ mm} \quad h = 9 \text{ mm} \quad t = 5,5 \text{ mm} \quad t_1 = 3,5 \text{ mm}$$

Potřebná délka péra:

$$l = l' + b = 2,24 + 14 = 16,24 \text{ mm} \quad (39)$$

Délku péra volím 120 mm

Přímá část boku péra (otlačovaná část):

$$l' = \frac{F_2}{p_{D2} \cdot t_1} = \frac{979,42}{125 \cdot 3,5} = 2,24 \text{ mm} \quad (40)$$

Síla:

$$F_2 = \frac{M_k}{\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}} = \frac{25220}{\frac{48}{2} + \frac{3,5}{2}} = 979,42 \text{ N} \quad (41)$$

Kontrola:

$$p_2 = \frac{979,42}{(120 - 2 \cdot 7) \cdot 3,5} = 2,64 \text{ MPa} \Rightarrow 2,64 \leq 100 \Rightarrow \text{Splněno}$$

Pro ocel $p_{D2} = (100 \div 150) \text{ MPa}$

4.4 Návrh a výpočet hřídele

Nejprve určíme předběžnou velikost minimálního průměru hřídele. Zjednodušeně vycházíme ze jmenovité velikosti krouticího momentu, který vypočteme z obvykle známého jmenovitého výkonu $P_M [W]$ a jmenovitých otáček $n_M [ot \cdot min^{-1}]$ motoru: "[11]

$$M_k = \frac{P_M}{\omega_M} = \frac{P_M}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_M}{60}} = \frac{30 \cdot P_2}{\pi \cdot n_2} = \frac{30 \cdot 1500}{\pi \cdot 568} = 25,22 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (42)$$

„Z pevnostní podmínky v krutu navrhujeme nejmenší průměr hřídele: “[11]

$$\tau = \frac{M_K}{W_K} = \frac{M_K}{\frac{\pi}{16} \cdot d_{MIN}^3} \leq \tau_D \quad (43)$$

Vyjádření:

$$d_{MIN} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot \tau_D}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 25220}{\pi \cdot 20}} = 18,59 \text{ mm} \quad (44)$$

„Kde bez ohledu na jakost materiálu hřídele volíme $\tau_D = (15 \div 25) [MPa]$ “[11]

Nejmenší průměr hřídele volím 28 mm.

4.4.1 Výpočet reakcí

Do výpočtového modelu zahrnují sílu F , která zohledňuje sílu ruky od tlačení přechovacího zařízení, hmotnost jablek a tíhu rotoru. Dále na hřídel je vyvíjena síla od napínání řemene F_0 a konečně krouticí moment M_k . Hřídel je vyroben z nerezové oceli.

Hodnoty:

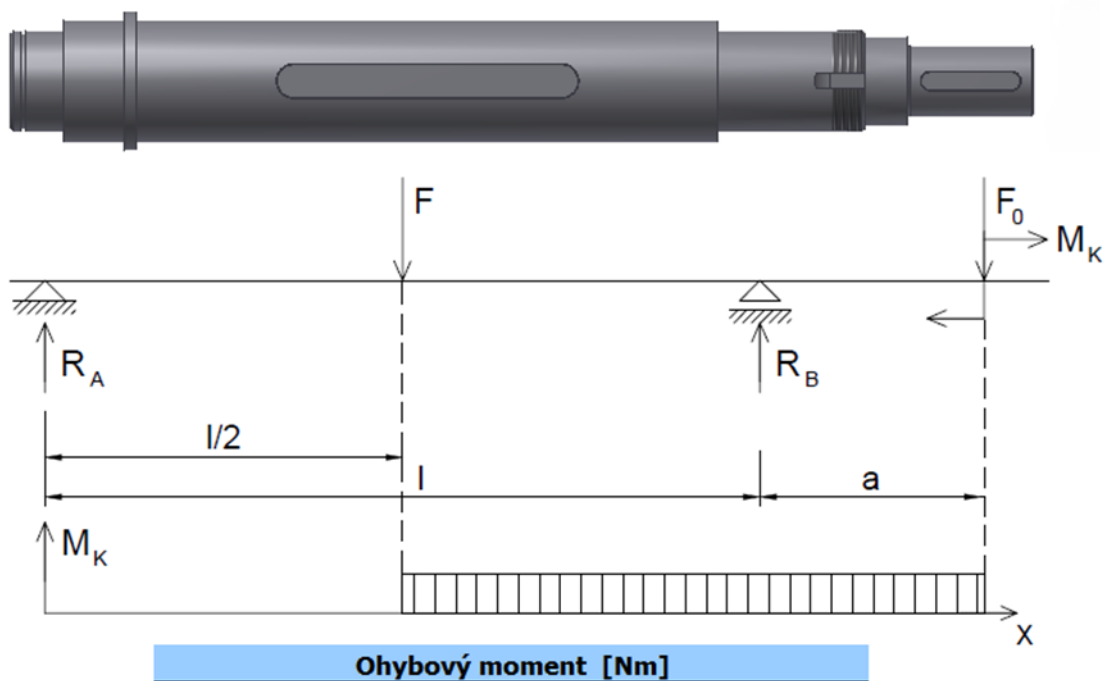
$$F_0 = 221,31 \text{ N}$$

$$l_1 = 303 \text{ mm}$$

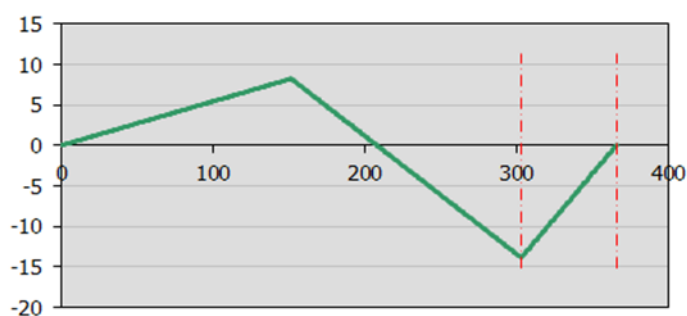
$$F = 200 \text{ N}$$

$$a = 62,5 \text{ mm}$$

$$M_k = 25,22 \text{ N}\cdot\text{m}$$



C



Obr. 25 Průběhy zatížení

Ohybový moment jsem určil pomocí softwaru MITCalc, přičemž z obrázku lze vidět, že maximální ohybové momenty se nacházejí pod silou F , která přibližně odpovídá hodnotě $8 \text{ N}\cdot\text{m}$ a pod reakcí R_B znázorňující hodnotu kolem $13 \text{ N}\cdot\text{m}$. Tyto případy dále zkontroluji počtetně.

Momentová rovnice k bodu A:

$$F \cdot \frac{l}{2} - R_B \cdot l + F_0 \cdot (l + a) = 0 \quad (45)$$

Vyjádření R_B :

$$R_B = \frac{F \cdot \frac{l}{2} + F_0 \cdot (l + a)}{l} = \frac{200 \cdot \frac{303}{2} + 221,31 \cdot (303 + 62,5)}{303} = 366,96 \text{ N} \quad (46)$$

Momentová rovnice k bodu B:

$$R_A \cdot l - F \cdot \frac{l}{2} + F_0 \cdot a = 0 \quad (47)$$

Vyjádření R_A :

$$R_A = \frac{F \cdot \frac{l}{2} - F_0 \cdot a}{l} = \frac{200 \cdot \frac{303}{2} - 221,31 \cdot 62,5}{303} = 54,35 \text{ N} \quad (48)$$

Rovnice rovnováhy sil:

$$R_A - F + R_B - F_0 = 0 \quad (49)$$

$$54,35 - 200 + 366,96 - 221,31 = 0 \Rightarrow 0 = 0$$

Pro kontrolu výsledku jsem provedl rovnováhu sil.

Maximální ohybový moment:

$$M_{o1} = R_A \cdot \frac{l}{2} = 54,35 \cdot \frac{303}{2} = 8234,25 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (50)$$

$$M_{o2} = F_0 \cdot a = 221,31 \cdot 62,5 = 13831,88 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (51)$$

4.4.2 Kontrola namáhání

První kontrolu vypočítám pod silou F . Tato síla působí na průměru 48 mm, ale uvažuji drážku pro péro, proto volím průměr 42,5 mm.

$$M_{red1} = \sqrt{M_{o1}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} = \sqrt{8234,25^2 + \frac{3}{4} \cdot (25,22 \cdot 10^3)^2} = 23341,79 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (52)$$

$$\sigma_{o1} = \frac{M_{red1}}{W_{o1}} = \frac{M_{red1}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{23341,79}{\frac{\pi \cdot 42,5^3}{32}} = 3,1 \text{ MPa} \quad (53)$$

$$\sigma_{DOVo} = (0,35 \div 0,43) \cdot \sigma_{pt} = 0,35 \cdot 520 = 182 \text{ MPa} \quad (54)$$

$$\sigma_{o1} < \sigma_{DOVo} \quad (55)$$

$$3,1 < 182 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{pt} \quad - \text{mez kluzu} \Rightarrow \text{pro nerezovou ocel } \sigma_{pt} = 520 \text{ MPa}$$

Druhou kontrolu vypočítám pod reakcí R_B , kde se nachází ložisko. Jedná se o průměr 40 mm.

$$M_{red2} = \sqrt{M_{o2}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} = \sqrt{13831,88^2 + \frac{3}{4} \cdot (25,22 \cdot 10^3)^2} = 25852,61 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (56)$$

$$\sigma_{o2} = \frac{M_{red2}}{W_{o2}} = \frac{M_{red2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{25852,61}{\frac{\pi \cdot 40^3}{32}} = 4,11 \text{ MPa} \quad (57)$$

$$\sigma_{o2} \leq \sigma_{Dovo} \quad (58)$$

$$4,11 \leq 182 \quad \text{Vyhovuje}$$

4.5 Kontrola ložisek

Hřídel je uložena ve dvou ložiscích 6008, na které působí reakční síly R_A a R_B . Kontroluji v horší situaci, jež se nachází u reakce R_B . Ze strojnických tabulek si vyčtu potřebné parametry a provedu výpočet.

Hodnoty:

$$R_B = 366,96 \text{ N} \quad C = 16800 \text{ N} \quad p = 3$$

Základní trvanlivost ložiska

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad (59)$$

$$L_{10h} = \left(\frac{16800}{366,96} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 568} = 2815607 \text{ hod}$$

C - dynamická únosnost ložiska

Bez axiální síly $P = F = R_B$

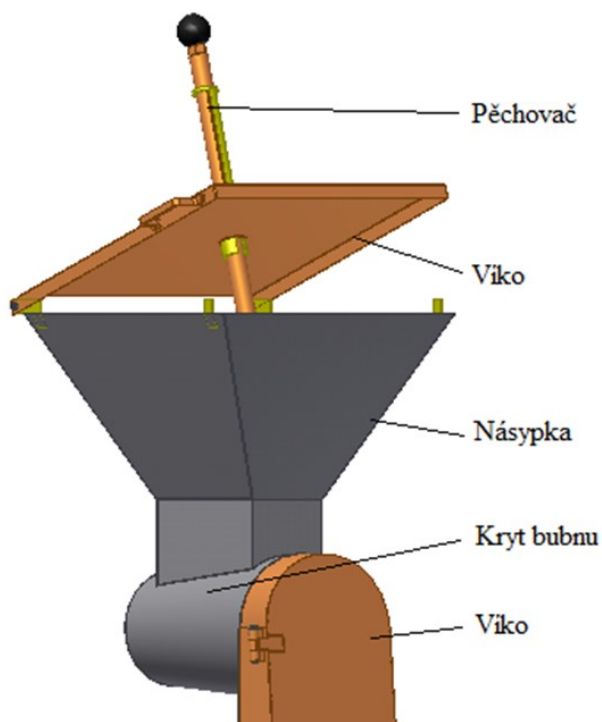
Pro ložiska s bodovým stykem $p = 3$

5 VLASTNÍ NÁVRH DRUHÉ VARIANTY DRTIČE

Tato část bakalářské práce obsahuje popis a pohled na samostatné konstrukční části. Varianta je charakteristická svým kuželovitým krouhacím bubnem.

5.1 Násypka

Při konstrukci násypky druhé varianty je použit vstupní otvor a pěchovací zařízení dle návrhu prvního drtiče. Násypka se liší pouze tvarem spodní části, která tvoří kryt krouhacího bubnu a otvoru, který je opatřen krycím víkem zajišťující bezpečnost práce.

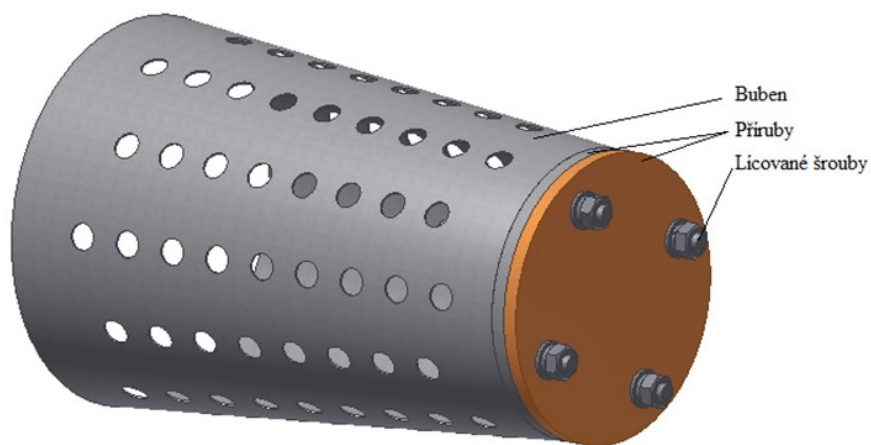


Obr. 26 Násypka II

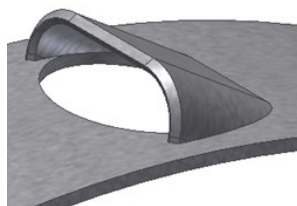
5.2 Krouhací buben

Buben z nerezové oceli o tloušťce 1 mm je svařený k přírubě a namontovaný k další přírubové desce lícovanými šrouby. Tyto šrouby umožňují přenos krouticího momentu. Následně k celku je přivařená hřídel, kde krouticí moment přenáší svar.

Samotný buben obsahuje 6 řad po osmi a 6 řad po devíti důlcích s vypuklinami viz. obr. (27,28). Tento případ si lze představit jako klasické struhadlo. Při procesu drcení dochází ke strouhání jablka, přičemž vypuklina krájí jablko. Drť následně padá otvory dovnitř bubnu. V důsledku otáčení bubnu vypadávají kousky jablka do nádoby.



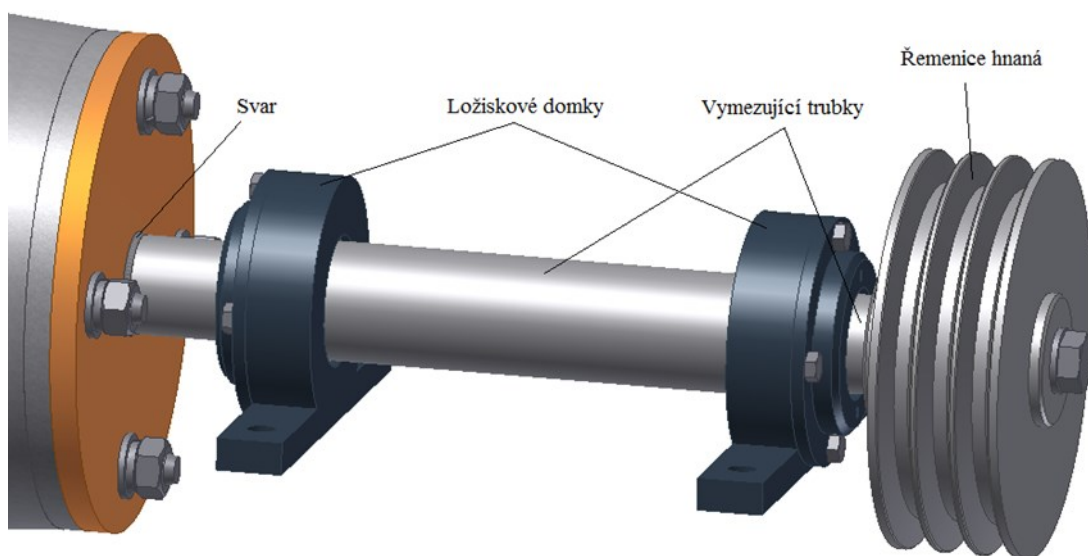
Obr. 27 Krouhací buben



Obr. 28 Detail Strouhací části

5.3 Uložení hřídele

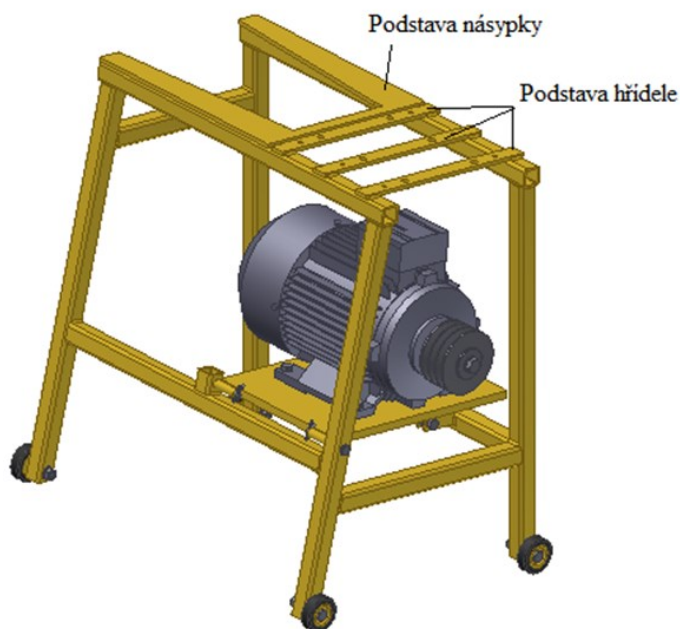
Hřídel je uložena v jednořadých kuličkových ložiscích 6006, které se nacházejí v ložiskových domcích. Vzdálenost ložisek vymezuje distanční trubka, jež je také použita na vymezení řemenice a zároveň zabráňuje posunutí ložiska. Proti axiálnímu posunutí slouží také víčka opatřena těsnícími hřídelovými kroužky, proti případnému zanesení.



Obr. 29 Uložení hřídele II

5.4 Stůl drtiče

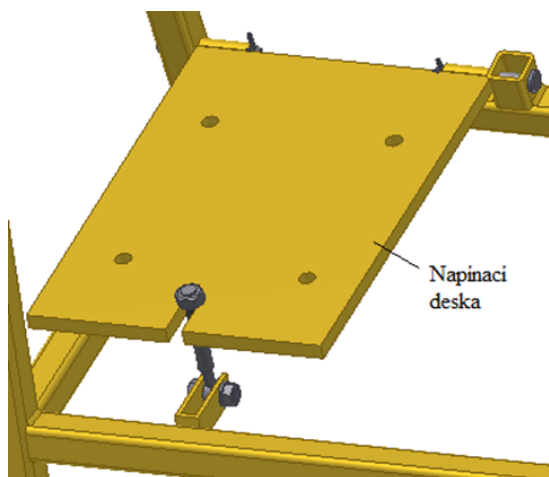
Stůl složený čtvercovými trubkami je vybavený deskou, která tvoří podstavu, k níž bude následně přivařený kryt bubnu s násypkou. Dále se zde nachází podstava, k níž se přimontuje uložená hřídel.



Obr. 30 Stůl drtiče

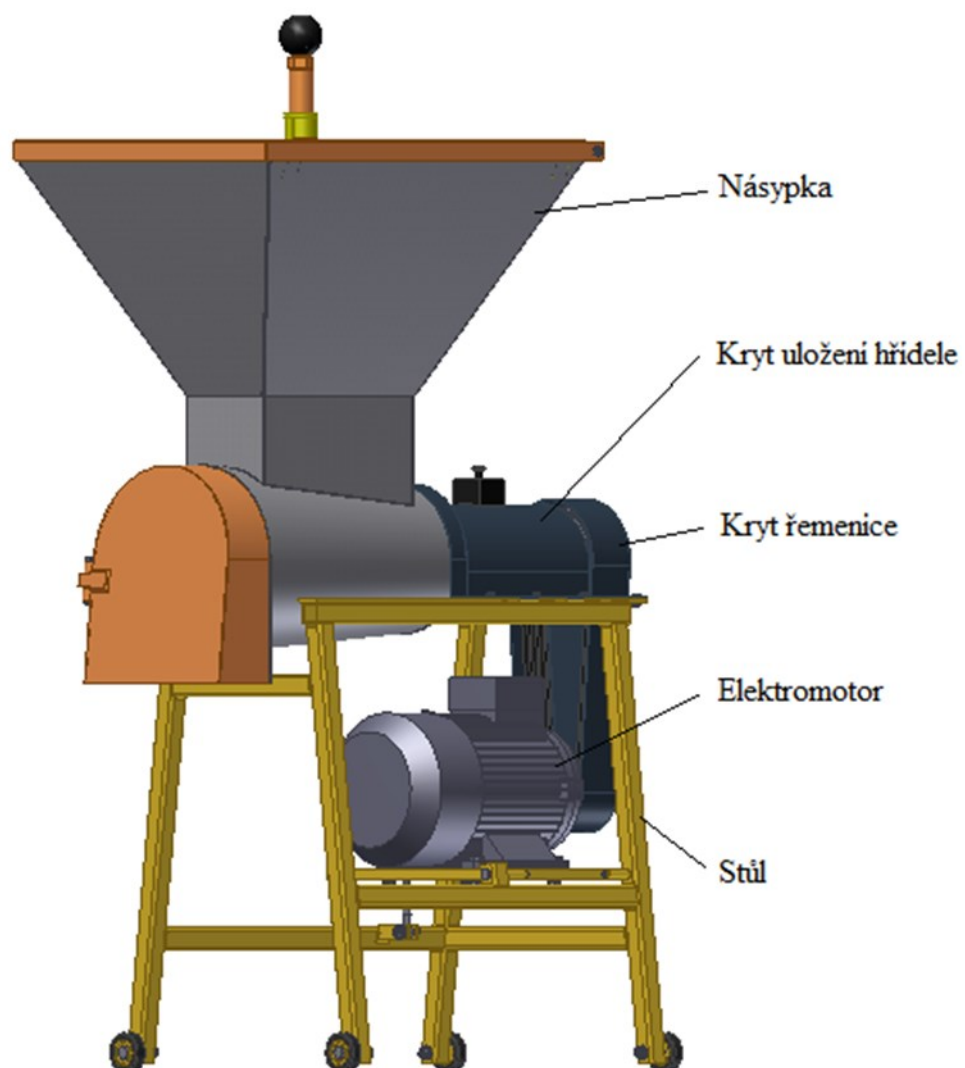
5.5 Napínání řemene

Elektromotor je přišroubovaný v otvorech napínací desky, kterou spojují čepy k nohám stolu, tudíž deska se může naklápět. Aby docházelo k napínání řemene, matice se musí dotahovat.



Obr. 31 Napínání řemene II

5.6 Celkový pohled drtiče



Obr. 32 Drtič II

6 VÝPOČTY

6.1 Výpočet střižné síly a motoru

Střižnou sílu volím podle výpočtu první varianty $\Rightarrow F_{st} = 58,9 \text{ N}$

$$F_c = F_{st} \cdot z_1 = 58,9 \cdot 3 = 176,7 \text{ N} \quad (60)$$

z_1 - počet jablek v záběru

$$M_{kb} = F_c \cdot \frac{D_n}{2} = 176,7 \cdot \frac{0,18}{2} = 15,9 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (61)$$

$$i = \frac{M_{kb}}{M_{km}} \Rightarrow M_{km} = \frac{M_{kb}}{i} = \frac{15,9}{1,5} = 10,6 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (62)$$

$$P = M_{km} \cdot \omega = M_{km} \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60} = 10,6 \cdot 2\pi \cdot \frac{915}{60} = 1015,68 \text{ W} \quad (63)$$

Na základě výpočtu výkonu volím motor **SIEMENS 1LA7096-6AA, 1,1 kW, 915ot.**

6.2 Výpočet řemenového převodu

Hodnoty:

Výkon.... $P_1 = 1100 \text{ W}$

Otáčky... $n_1 = 915 \text{ ot/min}$

Převodový poměr ... $i = 2,5$

Tolerance převodového poměru... $\Delta i = 3 \%$

6.2.1 Stanovení velikosti průřezu klínového řemene a minimálního průměru

Jelikož můj výkon $P_1 = 1100 \text{ W}$ volím průřez řemenu Z, který se používá do 2 kW přenášeného výkonu.

Dle ČSN 02 3179 volím min. velikost výpočtového průměru řemenic $D_{min} = 63 \text{ mm}$

6.2.2 Návrh výpočtových průměrů řemenic D1 a D2

Volím provedení REKORD. Pro tento typ je maximální rychlost $v_{1MAX} = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$D_{1MAX} = \frac{60000 \cdot v_{1MAX}}{\pi \cdot n_1} = \frac{60000 \cdot 30}{\pi \cdot 915} = 626,18 \text{ mm} \quad (64)$$

$$D_2 = D_1 \cdot i = 80 \cdot 1,5 = 120 \text{ mm} \quad (65)$$

$$D_{MIN} \leq D_1 \leq D_{MAX} \quad (66)$$

$$63 \leq 80 \leq 626,18$$

Podle ČSN 02 3180 volím normalizovanou velikost výpočtového průměru řemenice 80 mm.

Teoretický převodový poměr:

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{120}{80} = 1,5 \quad (67)$$

Skutečný převodový poměr:

$$i_{SK} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1-s)} = \frac{120}{80 \cdot (1-0,01)} = 1,52 \quad (68)$$

s - pružný skluz pro typ REKORD volíme s = 0,01

Podmínka zadané tolerance skutečného převodového poměru:

$$i \cdot \left(1 - \frac{\Delta i}{100}\right) \leq i_{SK} \leq i \cdot \left(1 + \frac{\Delta i}{100}\right) \quad (69)$$

$$1,5 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) \leq 1,52 \leq 1,5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)$$

$$1,45 \leq 1,52 \leq 1,55 \Rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Obvodová rychlost v_1 :

$$v_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot 0,08 \cdot 915}{60} = 3,83 \text{ m.s}^{-1} \quad (70)$$

6.2.3 Návrh osové vzdálenosti

$$A_{MIN} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (D_2 - D_1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (120 - 80) = 28,28 \text{ mm} \quad (71)$$

$$A_{MAX} = 2 \cdot (D_1 + D_2) = 2 \cdot (80 + 120) = 400 \text{ mm} \quad (72)$$

$$A_{MIN} \leq A \leq A_{MAX} \Rightarrow 28,28 \leq 250 \leq 400 \quad (73)$$

Volím A = 250 mm

Minimální rozestup mezi řemenicemi

$$0,2 \cdot (D_1 + D_2) = 0,2 \cdot (80 + 120) = 40 \text{ mm} \quad (74)$$

6.2.4 Určení délky řemene

Úhel opásání hnací řemenice:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A} \Rightarrow \alpha = 2 \cdot \arccos \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A} = 2 \cdot \arccos \frac{120 - 80}{2 \cdot 250} = 170,82^\circ \quad (75)$$

Doplňkový úhel:

$$\gamma = 90 - \frac{\alpha}{2} = 90 - \frac{170,82}{2} = 4,6^\circ \quad (76)$$

Předběžná geometrická délka řemene:

$$L'_p = 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (D_2 - D_1) \quad (77)$$

$$L'_p = 2 \cdot 250 \cdot \sin \frac{170,82}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (80 + 120) + \frac{\pi \cdot 4,6}{180} \cdot (120 - 80) = 815,77 \text{ mm}$$

Dle ČSN 02 3110 upravíme L'_p na normalizovanou hodnotu $L_P \Rightarrow$ volím $L_P = 800 \text{ mm}$

6.2.5 Skutečná osová vzdálenost

$$A_{sk} = \frac{1,04 \cdot L_p - \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) - \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (D_2 - D_1)}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (78)$$

$$A_{sk} = \frac{1,04 \cdot 800 - \frac{\pi}{2} \cdot (80 + 120) - \frac{\pi \cdot 4,6}{180} \cdot (120 - 80)}{2 \cdot \sin \frac{170,82}{2}} = 258,14 \text{ mm}$$

Hodnota 1,04 představuje 4 % zvětšení výpočtové délky řemene v důsledku napnutí řemene.

6.2.6 Stanovení potřebného počtu řemenu

Skutečný výkon přenášený 1 řemenem:

$$N_p = N_0 \cdot \frac{C_\alpha \cdot C_L}{C_p} = 0,53 \cdot \frac{0,98 \cdot 1}{1,2} = 0,43 \text{ kW} \quad (79)$$

$$N_0 = 0,53 \text{ kW} \quad C_\alpha = 0,98 \quad C_L = 1 \quad C_P = 1,2$$

Počet řemenu:

$$K = \frac{P_1}{N_p \cdot C_k} = \frac{1,1}{0,43 \cdot 0,95} = 2,7 \quad (80)$$

Počet řemenu volím 3

C_k : součinitel přihlížející k počtu řemenů $C_K = 0,95$

6.2.7 Specifikace navrženého řemenu

ŘEMEN Z – 800 ČSN 02 3110

6.2.8 Výpočet předpětí řemene

Výpočet M_k :

$$M_k = \frac{P_1 \cdot 30}{\pi \cdot n_1} = \frac{1100 \cdot 30}{\pi \cdot 915} = 11,48 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (81)$$

Obvodová síla:

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{D_1} = \frac{2 \cdot 11,48}{0,080} = 287 \text{ N} \quad (82)$$

Součinitel vláknového tření:

$$f = f_0 + 0,012 \cdot v_1 = 0,35 + 0,012 \cdot 3,83 = 0,4 \quad (83)$$

f_0 - součinitel suchého tření $f_0 = 0,35$

Součinitel tření v klínové drážce pro D_1 :

$$f_k = \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,4}{\sin \frac{34}{2}} = 1,37 \quad (84)$$

α : Úhel drážky řemenice \Rightarrow volím $\alpha = 34^\circ$

Součinitel tření v klínové drážce pro D_2 :

$$f_k = \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,4}{\sin \frac{38}{2}} = 1,23 \quad (85)$$

α : Úhel drážky řemenice \Rightarrow volím $\alpha = 38^\circ$

Potřebné předpětí řemene:

$$F_0 = k \cdot \frac{F}{2} \cdot \frac{e^{f_k \cdot \bar{\alpha}} + 1}{e^{f_k \cdot \bar{\alpha}} - 1} = 1,5 \cdot \frac{287}{2} \cdot \frac{e^{1,372,98} + 1}{e^{1,372,98} - 1} = 222,6 \text{ N} \quad (86)$$

k - bezpečnost prokluzu – obvykle volíme $k = (1,3 \div 1,6) \Rightarrow$ volím $k = 1,5$

Úhel v radiánech:

$$\bar{\alpha} = \pi \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi \cdot \frac{170,82}{180} = 2,98 \text{ rad} \quad (87)$$

Meze: (pro montování a napínání řemenů)

$$A_{MIN} = A_{SK} - 0,015 \cdot L_p = 258,14 - 0,015 \cdot 800 = 246,14 \text{ mm} \quad (88)$$

$$A_{MAX} = A_{SK} + 0,030 \cdot L_p = 258,14 + 0,030 \cdot 800 = 282,14 \text{ mm} \quad (89)$$

6.3 Výpočet přenosu krouticího momentu

6.3.1 Spojení hřídele s řemenicí

Parametry těsného péra: (průměr hřídele $d = 24 \text{ mm}$)

$$b = 8 \text{ mm} \quad h = 7 \text{ mm} \quad t = 4,1 \text{ mm} \quad t_1 = 2,9 \text{ mm}$$

Potřebná délka péra

$$l = l' + b = 3,5 + 8 = 11,5 \text{ mm} \quad (90)$$

Délku péra volím 40 mm

Přímá část boku péra (otlačovaná část)

$$l' = \frac{F_2}{p_{D2} \cdot t_1} = \frac{1280,3}{125 \cdot 2,9} = 3,5 \text{ mm} \quad (91)$$

Síla

$$F_2 = \frac{M_k}{\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}} = \frac{17220}{\frac{24}{2} + \frac{2,9}{2}} = 1280,3 \text{ N} \quad (92)$$

Kontrola:

$$p_2 = \frac{F_2}{l' \cdot t_1} \leq p_{D2} \quad (93)$$

$$p_2 = \frac{1280,3}{(40 - 2 \cdot 4) \cdot 2,9} = 13,8 \text{ MPa} \Rightarrow 13,8 \leq 100 \Rightarrow \text{Splněno}$$

6.3.2 Výpočet spojení hřídele s nábojem pomocí koutových svaru

$$W_{ks1} = \frac{\frac{\pi}{32} \cdot [(D + 2 \cdot a_1)^4 - D^4]}{\frac{D}{2} + a_1} = \frac{\frac{\pi}{32} \cdot [(30 + 2 \cdot 4)^4 - 30^4]}{\frac{30}{2} + 4} = 6588,75 \quad (94)$$

Velikost nosného průřezu koutového svaru a_1 volím 4 mm. Následně vypočtu napětí ve svaru a dovolené napětí a porovnám

$$\tau_{//1}^{Mk} = \frac{M_k}{W_{ks1}} \leq \tau_{Ds} = \beta \cdot k_4 \cdot \sigma_D = \beta \cdot k_4 \cdot \frac{R_e}{k_s} = 1,15 \cdot 0,65 \cdot \frac{350}{1,5} = 174,42 \text{ MPa} \quad (95)$$

$$\text{Volím: } R_e = 350 \text{ MPa} \quad k_4 = 0,65 \quad k_s = 1,5 \quad \beta = 1,3 - 0,03 \cdot t$$

Kde šířku svaru odhaduju $t = 5 \text{ mm}$

$$\tau_{//1}^{Mk} = \frac{M_k}{W_{ks1}} = \frac{17220}{6588,75} = 2,61 \text{ MPa} \quad (96)$$

$$2,61 \leq 174,42 \Rightarrow \text{Svar vyhovuje} \quad (97)$$

6.4 Návrh a výpočet hřídele

$$M_k = \frac{30 \cdot P_2}{\pi \cdot n_2} = \frac{30 \cdot 1100}{\pi \cdot 610} = 17,22 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (98)$$

Vyjádření z rovnice (43):

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot \tau_D}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 17220}{\pi \cdot 20}} = 16,37 \text{ mm} \quad (99)$$

$\tau_D = (15 \div 25) \text{ MPa}$ bez ohledu na materiál.

Nejmenší průměr hřídele volím 24 mm.

6.4.1 Výpočet reakcí

Do výpočtového schématu zahrnuji sílu F , která zohledňuje sílu ruky od tlačení přechovacího zařízení, hmotnost jablek a tíhu rotoru. Dále na hřídel je vyvíjena síla od napínání řemene F_0 a konečně krouticí moment M_k .

Hodnoty:

$$F_0 = 222,6 \text{ N}$$

$$l = 147 \text{ mm}$$

$$F = 200 \text{ N}$$

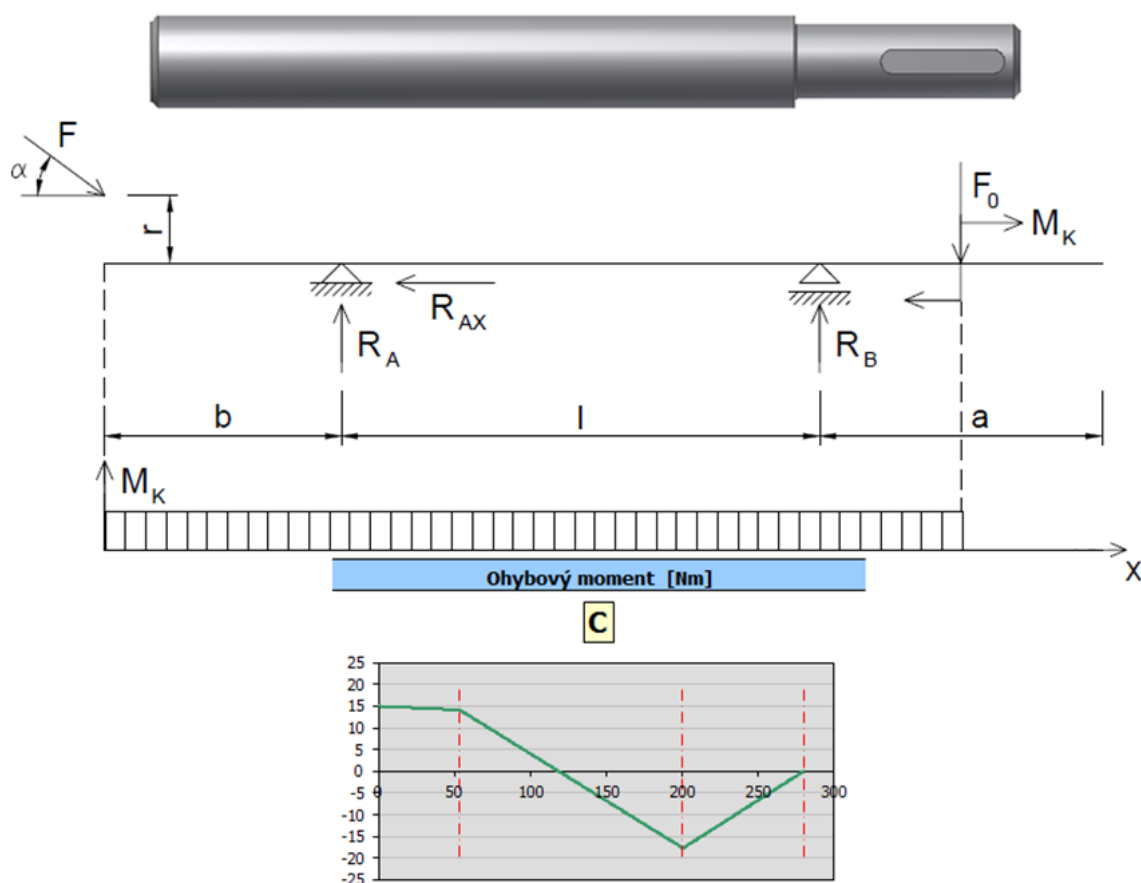
$$a = 79,5 \text{ mm}$$

$$M_k = 17,22 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$b = 53,5 \text{ mm}$$

$$\alpha = 4,8^\circ$$

$$r = 75 \text{ mm}$$



Obr. 33 Průběh zatížení

Ohybový moment jsem určil pomocí softwaru MITCalc, přičemž z obrázku lze vidět, že maximální ohybové momenty se nacházejí pod reakcí R_A , která přibližně odpovídá hodnotě $15 \text{ N}\cdot\text{m}$ a pod reakcí R_B znázorňující hodnotu kolem $17 \text{ N}\cdot\text{m}$. Tyto případy dále zkontroluji počtetně.

Rozložení síly F do složek:

$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \quad (100)$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha = 200 \cdot \cos 4,8 = 199,3 \text{ N} \quad (101)$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha = 200 \cdot \sin 4,8 = 16,74 \text{ N} \quad (102)$$

Momentová rovnice k bodu A:

$$-F_y \cdot b + F_x \cdot r - R_B \cdot l + F_0 \cdot (l + a) = 0 \quad (103)$$

Vyjádření R_B :

$$R_B = \frac{-F_y \cdot b + F_x \cdot r + F_0 \cdot (l + a)}{l} = \frac{-16,74 \cdot 53,5 + 199,3 \cdot 75 + 222,6 \cdot (147 + 79,5)}{147} \quad (104)$$

$$R_B = 438,58 \text{ N}$$

Momentová rovnice k bodu B:

$$F_x \cdot r - F_y \cdot (l + b) + R_A \cdot l + F_0 \cdot a = 0 \quad (105)$$

Vyjádření R_A :

$$R_A = \frac{-F_x \cdot r + F_y \cdot (l + b) - F_0 \cdot a}{l} = \frac{-199,3 \cdot 75 + 16,74 \cdot 200,5 - 222,6 \cdot 71,5}{47} \quad (106)$$

$$R_A = -199,24 \text{ N}$$

Rovnovážná rovnice:

$$-F_y + R_A + R_B - F_0 = 0 \quad (107)$$

$$-16,74 + (-199,24) + 438,58 - 222,6 = 0 \Rightarrow 0 = 0$$

Maximální ohybový moment:

$$M_{01} = F_x \cdot r - F_y \cdot b = 199,3 \cdot 75 - 16,74 \cdot 53,5 = 14052 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (108)$$

$$M_{02} = F_0 \cdot a = 222,6 \cdot 79,5 = 17696,7 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (109)$$

6.4.2 Kontrola namáhání:

První kontrolu provedu pod reakci R_A , kde se nachází ložisko. Jedná se o průměr 30 mm.

$$M_{red1} = \sqrt{M_{o1}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} = \sqrt{14052^2 + \frac{3}{4} \cdot (17,22 \cdot 10^3)^2} = 20490,36 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (110)$$

$$\sigma_{o1} = \frac{M_{red1}}{W_{o1}} = \frac{M_{red1}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{20490,36}{\frac{\pi \cdot 30^3}{32}} = 7,73 \text{ MPa} \quad (111)$$

$$\sigma_{o1} < \sigma_{DOVo} \quad (112)$$

$7,73 < 182$ Vyhovuje

Druhou kontrolu vypočítám pod reakcí R_B , kde se nachází také ložisko. Jedná se o průměr 30 mm

$$M_{red2} = \sqrt{M_{o2}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} = \sqrt{17696,7^2 + \frac{3}{4} \cdot (17,22 \cdot 10^3)^2} = 23142,4 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (113)$$

$$\sigma_{o2} = \frac{M_{red2}}{W_{o2}} = \frac{M_{red2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{23142,4}{\frac{\pi \cdot 30^3}{32}} = 8,73 \text{ MPa} \quad (114)$$

$$\sigma_{o2} \leq \sigma_{DOVo} \quad (115)$$

$8,73 < 182$ Vyhovuje

6.5 Kontrola ložisek

Hřídel je uložena v ložiscích 6006. Kontrolu provedu pro obě ložiska kvůli tomu, že ložisko A přenáší i axiální sílu.

Hodnoty:

$$R_B = 438,52 \text{ N} \quad R_A = 199,24 \text{ N} \quad R_{AX} = 199,3 \text{ N} \quad C = 13300 \text{ N}$$

$$C_0 = 8300 \text{ N}$$

6.5.1 Kontrola ložiska B

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad (116)$$

$$L_{10h} = \left(\frac{13300}{438,58} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 610} = 761952 \text{ hod}$$

$$P = R_B$$

6.5.2 Kontrola ložiska A

Přenáší axiální sílu R_{AX}

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{R_{AX}}{C_0} = \frac{199,3}{8300} = 0,024 \quad (117)$$

Když

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{R_{AX}}{R_A} \leq e \rightarrow P = F \quad (118)$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{R_{AX}}{R_A} > e \rightarrow P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (119)$$

$$\frac{R_{AX}}{R_A} = \frac{199,3}{199,24} = 1 > e \text{ z tabulek } X=0,56, Y=2$$

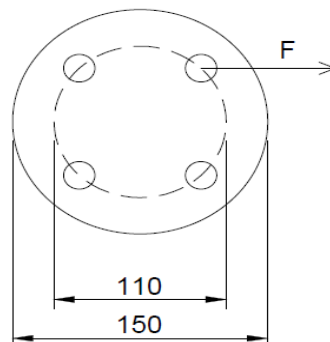
$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a = 0,56 \cdot R_A + 2 \cdot R_{AX} = 0,56 \cdot 199,24 + 2 \cdot 199,3 = 510,17 \text{ N} \quad (120)$$

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = \left(\frac{13300}{510,17} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 610} = 484093 \text{ hod} \quad (121)$$

6.6 Návrh lícovaných šroubu

Lícované šrouby přenášejí krouticí moment v přírubových deskách, viz obr. (27).

Lícované šrouby zatěžuje síla od krouticího momentu.



Obr. 34 schéma působení lícovaných šroubu

$$M_k = 17,22 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_k = F \cdot r \Rightarrow F = \frac{M_k}{r} = \frac{17220}{55} = 313 \text{ N} \quad (122)$$

$$F_s = \frac{F}{i_s} = \frac{313}{4} = 78,25 \text{ N} \quad (123)$$

$$\tau_s \leq \tau_{DOVs} \quad (124)$$

$$\frac{F}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \leq 50 \quad (125)$$

Nejmenší průměr

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot 50}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 78,25}{\pi \cdot 50}} = 1,4 \text{ mm} \quad (126)$$

Podle přehledu lícovaných šroubu ve strojních tabulkách je nejmenší šroub M10. Z tohoto důvodu volím lícovaný šroub M10.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zkonstruovat dva drtiče ovoce s odlišnou mechanizací drcení, kde první typ drtiče plní funkci drcení pomocí nožů a druhý je zaměřen na způsobu krouhání pomocí krouhacího bubnu.

V teoretické části byla práce zaměřená na přehled drtičů ovoce dostupných na běžném trhu s různými mechanismy drcení včetně znázornění na obrázcích a stručný popis jejich funkce drcení.

V praktické části byla práce zpočátku zaměřená na popis jednotlivých dílů drtiče, které byly navrženy a zkonstruovány v programu Inventor. Konstrukcí těchto částí a následně celého drtiče se kladl důraz na jednoduchost, na jeho údržbu a v neposlední řadě byl kladen důraz na prvky zajišťující bezpečnost práce. Technické výpočty, jakožto další velká kapitola této práce, byly zaměřeny především na výpočet hřídele, ložisek, přenos krouticích momentů, řemenového převodu a na výpočet výkonu motoru, kterým bude drtič poháněn. Tento samý postup byl proveden i u konstrukce druhé varianty drtiče.

Seznam literatury

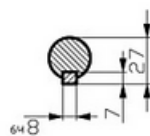
- [1] *Drtič ovoce na lis 110/380* [online] [cit. 2013-11-3]. Dostupné z:
<http://www.agro-centrum.cz/Zahradkarske-potreby/Drtice-ovoce/Elektricke-drtice-na-ovoce/Drtic-ovoce-na-lis-110-220/>
- [2] *Drtič ovoce JHP-3K* [online] [cit. 2013-11-4]. Dostupné z:
[http://www.schimansky.cz/stroje-drtice/drtic-ovoce-jhp-3k-\(jhp-3m\)/#drtic-ovoce-jhp-3k-\(jhp-3m\)](http://www.schimansky.cz/stroje-drtice/drtic-ovoce-jhp-3k-(jhp-3m)/#drtic-ovoce-jhp-3k-(jhp-3m))
- [3] *Drtič ovoce SHARK fruit 1,6 kW* [online] [cit. 2013-11-12]. Dostupné z:
<http://www.vares.cz/product/fruit-shark-16-drtic-ovoce-16-kw-117/>
- [4] *Drtič na ovoce* [online] [cit. 2013-11-14]. Dostupné z:
<http://www.kovodel.cz/drtic-na-ovoce/>
- [5] *Drtič ovoce elektrický celo-nerezový* [online] [cit. 2013-11-14]. Dostupné z:
<http://novyjicin.olx.cz/drtic-ovoce-elektricky-celonerezovy-iid-58651881#>
- [6] *Ruční drtič na ovoce* [online] [cit. 2013-11-14]. Dostupné z:
http://mujweb.cz/lisnaovoce/popis_drtice.html
- [7] *Drtič ovoce DE 30 L – s elektromotorem* [online] [cit. 2013-12-2]. Dostupné z:
http://www.prag-info.cz/_shop/drtic+ovoce+DE+30+L+_+s+elektromotorem-MTM0MA-65990.html
- [8] HUBKA, V.: *KONSTRUKČNÍ NAUKA – Obecný model postupu při konstruování*. 2. Přepřacované a doplněné vydání, Přeložil a k vydání připravil Stanislav HOSNEDL.: HEURISTA, Zurich, 1995. ISBN 80 – 901135-0-8
- [9] Kaláb K.: *Vysokoškolská příručka: Návrh, výpočet a montáž řemenového převodu*. VŠB - TU Ostrava, 2010, 20s.
- [10] Kaláb K.: *Vysokoškolská příručka: Návrh a výpočet spojů pro přenos kroutícího momentu z hřídele na náboj*. VŠB - TU Ostrava, 2011, 31s.
- [11] Kaláb K.: *ČÁSTI A MECHANISMY STROJŮ PRO BAKALÁŘE – části pohonů strojů*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012, 128s. ISBN 978-80-248-1860-3.
- [12] LEINVEBER, Jan, VÁVRA, Pavel: *Strojnické tabulky*. Druhé doplněné vydání. Vydání. Úvaly: ALBRA, 2005. ISBN 80-7361-011-6.

- [13] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky 1: Pro školu a praxi*. 1. Vydání. Praha 6: Scientia, 2004. ISBN 80-7183-312-6.
- [14] Elektromotory Moravec – elektromotory SIEMENS [online] [cit. 2014-3-5]. Dostupné z: <http://www.elektromotory.net/siemens/1la7-1500-otacek/1la7-096-4aa.html>

Seznam příloh

Příloha A	Elektromotor 1500 W
Příloha B	Údaje elektromotoru 1500 W
Příloha C	Údaje elektromotoru 1100 W
Příloha D	CD s textem bakalářské práce a výkresy
Příloha E	Výkresy

Elektromotor 1500 W



The technical drawing shows two views of a motor:

- Front View (Top):** Shows the circular end face of the motor. Key dimensions include:
 - Total width: 165 mm
 - Distance from mounting flange to center: 140^{+0.75} mm
 - Flange thickness: 14 mm
 - Mounting hole diameter: Ø18 mm
 - Internal concentric circles have diameters of 90-0.5 mm and 104.5 mm.
 - Shaft diameter: Ø24_{-0.06} mm
 - Shaft length: 50^{+0.5} mm
 - Shaft key width: 40 mm
 - Shaft key height: 5 mm
 - Overall height from base to top of mounting flange: 75 mm
 - Distance from base to center of mounting holes: 37.5 mm
 - Distance between mounting holes: 128 mm
- Side View (Bottom):** Shows the profile of the motor. Key dimensions include:
 - Total height: 331 mm
 - Height from base to top of mounting flange: 75 mm
 - Mounting flange thickness: 18 mm
 - Mounting hole diameter: M16x1.5 / M25x1.5
 - Base width: 56 mm
 - Base height: 45 mm
 - Motor body width: 143 mm
 - Motor body height: 125^{+0.75} mm
 - Terminal box width: 54 mm
 - Terminal box height: 10^{M17} mm
 - Terminal box mounting hole diameter: Ø18 mm
 - Terminal box mounting hole offset: 23.5 mm
 - Terminal box mounting hole distance: 54 mm
 - Terminal box mounting hole diameter: Ø18 mm
 - Terminal box mounting hole offset: 33 mm
 - Terminal box mounting hole distance: 125^{+0.75} mm
 - Terminal box mounting hole diameter: Ø18 mm
 - Terminal box mounting hole offset: 56 mm
 - Terminal box mounting hole distance: 45 mm
 - Terminal box mounting hole diameter: Ø18 mm
 - Terminal box mounting hole offset: 56 mm
 - Terminal box mounting hole distance: 45 mm
 - Terminal box mounting hole diameter: Ø18 mm
 - Terminal box mounting hole offset: 56 mm
 - Terminal box mounting hole distance: 45 mm

60

Příloha B

Údaje elektromotoru 1500 W

Jmen. výkon	Velikost	Objednací číslo	Otáčky	Parametry při jmenovitém výkonu					Poměrný záběrný moment Mz/Mn	Poměrný záběrný proud Ik/In	Poměrný moment zvratu Mmax/Mn	Momen- tová třída	Momen- tová charak- teris- tika Diagram č.	Moment setrvač- nosti J	Hmot- nost
				Účinnost		Účinník cos φ	Jmenovitý proud při 400 V	Jmenovitý moment							
				100%	75%										
4-pól, 1500 min ⁻¹ , 50Hz															
kW			min ⁻¹	%	%		A	N m	-	-	-	KL	(str. 16)	kg m ²	kg
0,06	56	1LA7 050-4AB..	1350	56	55	0,77	0,20	0,42	1,9	2,6	1,9	13	12	0,00027	3,0
0,09	56	1LA7 053-4AB..	1350	58	57	0,77	0,29	0,63	1,9	2,6	1,9	13	12	0,00027	3,0
0,12	63	1LA7 060-4AB..	1350	55	54	0,75	0,42	0,84	1,9	2,8	2,0	13	12	0,0003	3,5
0,18	63	1LA7 063-4AB..	1350	60	60	0,77	0,56	1,3	1,9	3,0	1,9	13	12	0,0004	4,1
0,25	71	1LA7 070-4AB..	1350	60	60	0,79	0,76	1,8	1,9	3,0	1,9	13	12	0,0006	4,8
0,37	71	1LA7 073-4AB..	1370	65	65	0,80	1,03	2,5	1,9	3,3	2,1	13	12	0,0008	6,0
0,55	80	1LA7 080-4AA..	1395	67	67	0,82	1,45	3,7	2,2	3,9	2,2	16	3	0,0015	8,0
0,75	80	1LA7 083-4AA..	1395	72	72	0,81	1,86	5,1	2,3	4,2	2,3	16	3	0,0018	9,4
1,1	90S	1LA7 090-4AA..	1415	77	77	0,81	2,55	7,4	2,3	4,6	2,4	16	2	0,0028	12,3
1,5	90L	1LA7 096-4AA..	1420	79	79	0,81	3,4	10,1	2,4	5,3	2,6	16	3	0,0035	15,6
2,2	100L	1LA7 106-4AA..	1420	82	82,5	0,82	4,7	14,8	2,5	5,6	2,8	16	3	0,0048	21,5
3	100L	1LA7 107-4AA..	1420	83	83,5	0,82	6,4	20,2	2,7	5,6	3,0	16	3	0,0058	24,5
4	112M	1LA7 113-4AA..	1440	85	85,5	0,83	8,2	26,5	2,7	6	3,0	16	2	0,011	31,0
5,5	132S	1LA7 130-4AA..	1455	86	86	0,81	11,4	36,1	2,5	6,3	3,1	16	3	0,018	42,5
7,5	132M	1LA7 133-4AA..	1455	87	87,5	0,82	15,2	49,2	2,7	6,7	3,2	16	3	0,024	49,0
11	160M	1LA7 163-4AA..	1460	88,5	89	0,84	21,5	72	2,2	6,2	2,7	16	3	0,040	68,0
15	160L	1LA7 166-4AA..	1460	90	90,2	0,84	28,5	98,1	2,6	6,5	3,0	16	3	0,052	93,5

Příloha C

Údaje elektromotoru 1100 W

Jmen. výkon	Velikost	Objednací číslo	Otáčky	Parametry při jmenovitém výkonu				Poměrný zaběrný moment Mz / Mn při přímém spouštění	Poměrný zaběrný proud Ik / In při přímém spouštění	Poměrný moment zvratu Mmax / Mn	Momen- tová třída	Momen- tová charak- teris- tika Diagram č. (str. 16)	Moment setrvač- nosti J	Hmot- nost
		Označení		Účinnost η	Účink. $\cos\varphi$	Jmenovitý proud při 400 V	Jmenovitý moment							
		pro napětí a tvar viz tabulka níže												
		6-pól, 1000 min ⁻¹ , 50Hz												
kW		min ⁻¹	%	A	Nm	-	-	-	KL	(str. 16)	kgm ²	kg		
0,06	63	1LA7 060-6AB..	830	39	0,66	0,34	0,7	1,8	2,0	1,8	16	6	0,0003	3,5
0,09	63	1LA7 063-6AB..	870	40	0,70	0,47	1,0	1,8	2,0	1,9	16	6	0,0004	4,1
0,18	71	1LA7 070-6AA..	835	56	0,75	0,62	2,0	2,1	2,3	1,9	16	6	0,0006	6,3
0,25	71	1LA7 073-6AA..	850	61	0,76	0,78	2,8	2,2	2,7	2,0	16	6	0,0009	6,3
0,37	80	1LA7 080-6AA..	920	62	0,72	1,2	3,8	1,9	3,1	2,0	16	6	0,0015	7,5
0,55	80	1LA7 083-6AA..	910	67	0,74	1,6	5,8	2,1	3,4	2,1	16	6	0,0018	9,4
0,75	90S	1LA7 090-6AA..	915	69	0,76	2,1	7,8	2,2	3,7	2,3	16	6	0,0028	12,5
1,1	90L	1LA7 096-6AA..	915	72	0,77	2,9	11,5	2,3	3,8	2,4	16	6	0,0035	15,7
1,5	100L	1LA7 106-6AA..	925	74	0,75	3,9	15	2,2	4,2	2,3	16	6	0,0063	24,0
2,2	112M	1LA7 113-6AA..	940	78	0,78	5,2	22	2,2	4,6	2,5	16	6	0,011	27,0
3	132S	1LA7 130-6AA..	950	79	0,76	7,2	30	1,9	4,2	2,2	16	6	0,015	41,0
4	132M	1LA7 133-6AA..	950	80,5	0,76	9,4	40	2,1	4,5	2,4	16	6	0,019	46,0
5,5	132M	1LA7 134-6AA..	950	83	0,76	12,8	55	2,3	5,0	2,6	16	6	0,025	54,0
7,5	160M	1LA7 163-6AA..	960	86	0,74	17,0	75	2,1	4,6	2,5	16	6	0,041	76,0
11	160L	1LA7 166-6AA..	960	87,5	0,74	24,5	109	2,3	4,8	2,6	16	6	0,049	102,0

Příloha E

<u>Název</u>	<u>Číslo výkresu</u>	<u>Formát</u>
Drtič ovoce	BP_01	A0
Sestava hřídele	BP_02	A2
Hřídel	BP_03	A3
Drtič ovoce V2	BP_04	A0